GREGG M. SINCLAIR LIBRARY
UNIVERSITY OF HAWAII

EXPERIENTIA

MONATSSCHRIFT FÜR DAS GESAMTE GEBIET DER NATURWISSENSCHAFT
REVUE MENSUELLE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES
RIVISTA MENSILE DI SCIENZE PURE E APPLICATE
MONTHLY JOURNAL OF PURE AND APPLIED SCIENCE

Herausgeber:
A. v. MURALT (Bern) · L. RUZICKA (Zürich) · J. WEIGLE (Genève)
Redaktion: P.-D. Dr. H. Mislin, Basel

VERLAG BIRKHÄUSER AG., BASEL 10 – SCHWEIZ – SUISSE – SVIZZERA – SWITZERLAND
Telephon: Basel Nr. 4 98 00 - Telegr.-Adr.: Edita Basel

Vol. I - Nr. 4 | 15. Juli 1945 | Fr. 2.—

INHALT - SOMMAIRE - SOMMARIO - CONTENTS

J. WEIGLE: «Quelques problèmes actuels de la Physique des cristaux» 99
E. HINTZSCHE: «Statistische Probleme der Kerngrößenforschung» 103
F. BLANK: «Alkaloidbildung in der Pflanzenwurzel» 111

Vorläufige Mitteilungen - Communications provisoires
Comunicati provvisori - Preliminary reports

S. SCHEIDEGGER: «Magenkrebs beim Wiederkäuer» 115
A. OSTROWSKI: «Über algebraische Relationen zwischen unbestimmten Integralen» . . 117
E. GLANZMANN: «Die essentielle Erythroblastopenie mit Anämie vom Typus Diamond-Blackfan» 118
M. WALDMEIER: «Das Verhalten des Wasserstoffs in der Sonnenkorona» 118
H. BRADT, C. P. GUGELOT, O. HUBER, H. MEDICUS, P. PREISWERK und P. SCHERRER: «*K*-Einfang und Positronenemission des 6,7-h-$Cd^{107, 109}$» 119
P. LÄUGER, R. PULVER, C. MONTIGEL: «Über die Wirkungsweise von 4,4'-Dichlordiphenyltrichlormethylmethan (DDT-Geigy) im Warmblüterorganismus» 120
R. HEGGLIN: «Energetisch-dynamische Herzinsuffizienz als Folge von Hypokaliämie» 121
F. ROULET, E. A. ZELLER: «Über die l-Peptidasen des Tuberkelbazillus» 122

Bücherbesprechungen - Compte rendu des publications - Resoconti delle pubblicazioni - Reviews

«Advances in Colloid Science» (Fortschritte der Kolloidwissenschaft), edited by E. O. Kraemer. 1942. Interscience Publishers, Inc., New York (Ref. Ch. Wunderly) . . 123
«Eléments de calcul infinitésimal», par Adrien Grosrey (Librairie F. Rouge & Cie, Lausanne), 1945 (Ref. J. O. Fleckenstein) 123
«Réactifs pour l'analyse qualitative minérale» (Wepf & Cie, Bâle), 1945 (Ref. P. Bearth) 124

Informationen - Informations - Informazioni - Notes

Experientia vor (100) Jahren – L'action de secours des Hautes Ecoles suisses en faveur des Universités victimes de la guerre – Nekrologe – Zum 70. Geburtstag von C. G. Jung 124/126

Die «Experientia» stellt sich die Aufgabe:

1. durch *zusammenfassende Originalartikel* in einer der wissenschaftlichen Hauptsprachen von Autoren aus verschiedenen Ländern über Forschungsergebnisse berichten zu lassen, die im Vordergrund des Interesses stehen;

2. kurze *vorläufige Mitteilungen* aufzunehmen;

3. durch Besprechung neuerschienener *Bücher*, durch Referate über *Kongresse* und *Versammlungen* sowie durch andere Mitteilungen über die bedeutendsten Ereignisse des naturwissenschaftlichen Lebens zu informieren.

Experientia» si pone come compito di portare:

1. *articoli originali riassuntivi*, in una delle principali lingue usate dalla scienza, ad opera di autori di diversi paesi, su risultati scientifici di grande interesse;

2. *brevi comunicazioni provvisorie;*

3. *recensioni di nuovi libri, relazioni di congressi e riunioni*, come pure altre comunicazioni su importanti avvenimenti sul campo delle scienze naturali.

«Experientia»

1. publiera des *articles originaux* écrits dans une des langues principales sur les recherches scientifiques récentes;

2. publiera de *brèves communications;*

3. informera ses lecteurs des événements marquants de la vie scientifique, donnera des *comptes rendus concernant les récentes publications, les congrès et les assemblées.*

The aim of «Experientia» is:

1. to publish comprehensive articles embodying the results of recent scientific research. These will be written in one of the principal scientific languages and contributed by authors in various contries;

2. to publish *brief reports;*

3. to give information about the most important events in natural science by means of *reviews of the latest books, reports on congresses and meetings*, as well as through other communications.

EXPER.

Die «Experientia» erscheint am 15. jedes Monats und kann im In- und Auslande durch jede Buchhandlung oder direkt beim unterzeichneten Verlag bezogen werden. Der Preis einer Einzelnummer beträgt Fr. 2.—. Bei direkter Zustellung durch den Verlag kostet das Jahresabonnement Fr. 20.—. Beim Versand ins Ausland erfolgt Zuschlag der Portokosten. Preise in Schweizerwährung.

Alle Zuschriften an die Redaktion der «Experientia» sind ausschließlich an den unterzeichneten Verlag zu richten.

Redaktionsschluß 25 Tage vor Erscheinungstermin, d. h. am 20. des Monats für den folgenden Monat.

Die Autoren erhalten für ihre Beiträge ein Honorar und auf Wunsch 100 Gratisseparatabzüge im Format 14,5 × 21 cm ohne Umschlag. Die Kosten für weitere Sonderdrucke und für Umschläge sind beim Verlag zu erfragen. Separatabzüge sind *vor* dem Druck der Zeitschrift zu bestellen.

Preise für Inlandanzeigen: 1/1 Seite Fr. 200.—, 1/2 Seite Fr. 120.—, 1/4 Seite Fr. 70.—; für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. Inseratenannahme: *Senger-Annoncen*, Zürich 2, Gotthardstraße 61, Tel. 25 22 02; Basel: Tel. 3 74 92.

Die «Experientia» wird in der Schweiz gedruckt.

Verlag Birkhäuser AG., Basel 10 (Schweiz), Elisabethenstraße 15, Tel. 4 98 00; Telegrammadresse: Edita Basel

L'«Experientia» paraît le 15 de chaque mois. Vente et abonnement dans toutes les librairies suisses et étrangères, ou directement chez l'éditeur. Prix du numéro fr. 2.—. Abonnement pour un an, chez l'éditeur, fr. 20.—; pour l'étranger port en sus. Ces prix s'entendent en francs suisses.

Adresser toute correspondance touchant la rédaction de l'«Experientia» exclusivement à l'éditeur soussigné.

Dernier délai d'admission pour les manuscrits: 25 jours avant la parution, c'est-à-dire le 20 du mois pour le numéro du mois suivant.

Il sera versé des honoraires aux auteurs pour leurs communications, et ils recevront gratuitement, s'ils le désirent, 100 tirés à part de format 14,5 sur 21 cm., sans couverture. Pour le prix d'un nombre plus grand et pour la couverture, s'adresser à l'éditeur. Les tirages à part doivent être commandés *avant* l'impression du périodique.

Prix pour les annonces, en Suisse: 1/1 page fr. 200.—, 1/2 page fr. 120.—, 1/4 page fr. 70.—. Placements spéciaux: prix sur demande. Annonces: *Senger-Annoncen*, Zurich 2, Gotthardstraße 61, tél. 25 22 02; Bâle: tél. 3 74 92.

L'«Experientia» est imprimée en Suisse.

Editions Birkhæuser S.A., Bâle 10 (Suisse), Elisabethenstraße 15, tél. 4 98 00; adresse télégraphique: Edita Bâle.

«Experientia» esce al 15 di ogni mese e può esser richiesta a ogni libreria svizzera o estera, o anche direttamente alla Casa editrice sotto indicata. Il prezzo del singolo fascicolo è di fr. 2.—. L'abbonamento annuale, fatto presso la casa editrice, è di fr. 20.—. Per la spedizione all'estero vi è l'aggiunta delle spese di porto. I prezzi in divisa svizzera. Tutti gli invii alla redazione di «Experientia» sono da dirigere esclusivamente alla sottoscritta Casa editrice.

La redazione del numero si chiude 25 giorni prima del termine di uscita, cioè al 20 del mese, per il mese seguente.

Gli autori ricevono per i loro contributi un onorario e, su desiderio, 100 estratti nel formato 14,5 × 21 cm., senza copertina. Il costo di estratti in più e della copertina viene indicato, su richiesta, dalla casa editrice. Gli estratti vanno ordinati prima della stampa della Rivista.

Prezzi per annunci dalla Svizzera: 1/1 pag. fr. 200.—, 1/2 pag. fr. 120.—, 1/4 pag. fr. 70.—; per pagine speciali, accordi da stabilire. Gli annunci sono da dirigere a *Senger-Annoncen*, Zurigo 2, Gotthardstraße 61, tel. 25 22 02; Basilea: tel. 3 74 92.

«Experientia» si stampa in Isvizzera.

Casa editrice Birkhæuser S.A., Basilea 10 (Svizzera), Elisabethenstraße 15, tel. 4 98 00; Indirizzo telegrammi: Edita Basilea.

«Experientia» is published on the 15th of every month, and can be obtained in any country through the booksellers or from the publishers. The price per number is frs. 2.—, by annual subscription from the publishers by inland-mail frs. 20.—. For dispatch to foreign countries an additional postage-charge is made. Prices in Swiss currency.

All communications to the editors should be addressed to the publishers. All manuscripts for publication in a given number must be in the hands of the publishers on the 20th of the preceding month.

The authors receive for their contributions a fee and, on request, 100 reprints 14,5 × 21 cm without cover free of charge.

For the prices of additional reprints and covers, inquiries should be addressed to the publishers. Reprints must be ordered before the number is printed.

Prices for inland-advertising: 1/1 page frs. 200.—, 1/2 page frs. 120.—, 1/4 page frs. 70.—. Advertisements should be sent to *Senger-Annoncen*, Zurich 2, Gotthardstraße 61, phone 25 22 02; Basle: phone 3 74 92.

Published by Birkhäuser Ltd., Basle 10 (Switzerland), Elisabethenstraße 15, Phone 4 98 00; Telegrams: Edita Basle.

Printed in Switzerland / E. Birkhäuser & Cie., Basel

Vorläufer des Clichés

Zylinderdruck ca. 1000 J. v. Ch.

Ein Steinzylinder, in den das Sujet eingemeisselt war, lieferte den Abdruck durch Abrollen in weichen Ton. Diese assyrische Darstellung zeigt eine Audienz von Vasallen beim König.

Dem alten Druckstock ist verwandt,
was heut' als Cliché ist bekannt.

Clichés
SCHWITTER A-G
BASEL / ZÜRICH

HELVETICA PHYSICA ACTA

Jährlich 6 bis 8 Hefte

Abonnementspreis:
Schweiz Fr. 28.–, Ausland Fr. 34.–

Die Helvetica Physica Acta sind das offizielle Organ der Schweiz. Physikalischen Gesellschaft. Sie enthalten weitaus den größten Teil aller in der Schweiz oder von Schweizern im Ausland veröffentlichten wissenschaftlichen Arbeiten aus allen Gebieten der Physik, sowohl experimentelle wie auch theoretische Untersuchungen. Die Arbeiten erscheinen in den schweizerischen Landessprachen. – Für Mitglieder der Schweiz. Physikalischen Gesellschaft ist der Abonnementspreis in der Schweiz Fr. 18.50, im Ausland Fr. 24.–

VERLAG BIRKHÄUSER AG
BASEL

ECLOGAE GEOLOGICAE HELVETIAE

Jährlich zwei Hefte zu ca. Fr. 10.–
(je nach Umfang)

Die Eclogae Geologicae Helvetiae, das wissenschaftliche Publikationsorgan der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft, veröffentlichen deutsch, französisch oder englisch abgefaßte Originalabhandlungen ihrer Mitglieder. Neben regionalen schweizerischen und ausländischen Arbeiten enthält die Zeitschrift auch Übersichtsdarstellungen aus den Gebieten der allgemeinen und angewandten Geologie, Stratigraphie, Tektonik und Paläontologie. Die Eclogae Geologicae Helvetiae werden in Jahresbänden zu zwei Heften den Mitgliedern der Gesellschaft gegen einen Jahresbeitrag von Fr. 12.– zugestellt

VERLAG BIRKHÄUSER AG
BASEL

HELVETICA CHIMICA ACTA

Eigentum der Schweizerischen chemischen Gesellschaft.
Herausgegeben von einem Redaktionskomitee.

Die Helvetica chimica acta setzen sich das Ziel, die Ergebnisse der Forschungsarbeit sämtlicher in der Schweiz lebender Chemiker, sowie der im Ausland lebenden Chemiker schweizerischer Nationalität in den drei Hauptlandessprachen zu veröffentlichen.

Die Helvetica chimica acta erscheinen jährlich in 6 bis 8 Heften und werden den ordentlichen Mitgliedern der Schweizerischen chemischen Gesellschaft kostenlos zugestellt.

Aufnahmegesuche als Mitglied sind an den Präsidenten, Prof. Dr. *R. Signer,* Chemisches Institut der Universität, Freiestraße 3, *Bern,* zu richten. Geeignete Formulare dazu sind vom Sekretär Dr. *Hs. Nitschmann,* ebendaselbst, zu beziehen.

Der Jahresbeitrag für ordentliche Mitglieder beträgt Fr. 25.—; die im Ausland lebenden Mitglieder haben außerdem die Portokosten für die Zusendung der Zeitschrift im Betrage von Fr. 3.— zu tragen. Alle Zahlungen sind an den Schatzmeister Direktor Dr. *M. Hartmann,* Ciba Aktiengesellschaft, *Basel,* zu richten, Postcheckkonto V 3973.

Nichtmitglieder können die Zeitschrift beim Kommissionsverleger *Georg & Co.,* Freiestraße 10, *Basel,* zum Abonnementspreis von Fr. 35.— plus Porto beziehen.

EXPERIENTIA

l. I - Nr. 4 Pag. 99–126 15. Juli 1945

Quelques problèmes actuels de la Physique des cristaux

Par JEAN WEIGLE, Genève

La Physique des cristaux, qui se confond presque ec la physique de l'état solide, constitue un domaine nvestigation important aujourd'hui. Il est presque ıtile de rappeler qu'une grande partie de la matière nt est fait le monde se trouve à l'état cristallin et e la rigidité des corps solides conditionne en grande rtie nos idées les plus fondamentales. Quelle image us ferions-nous du monde et quelle géométrie aurions-us créée en effet si les corps solides, au lieu d'avoir module d'YOUNG de 10^{12} dynes/cm^2, étaient carac-isés par des constantes élastiques un million de fois ıs petites, ou si l'objet le plus solide que nous con-issions avait l'élasticité du caoutchouc par exemple? quelle technique aurions-nous inventée pour rem-ıcer nos locomotives ou nos moteurs électriques? Une explication des phénomènes macroscopiques s corps cristallins, avec lesquels nous sommes jour-llement en contact, par les phénomènes microsco-ques des atomes, nous semble donc importante, soit ur la physique pure, soit pour la physique tech-que. Car, en effet, l'explication est toujours plus ste que les faits expérimentaux dont elle essaie de ndre compte; il peut même arriver qu'elle prévoie s phénomènes nouveaux, qui permettraient à la chnique une meilleure utilisation des matériaux mis sa disposition par la nature.

On ne trouvera pas, dans ce court exposé, de des-ption des propriétés optiques des cristaux pourtant caractéristiques, ou de leurs propriétés électriques mme la piezoélectricité, dont les nombreuses appli-tions sont bien connues. On s'est plutôt attaché à xplication de leurs propriétés mécaniques et ther-ques parce qu'elles semblaient plus pures, ne fai-nt apparaître au premier abord que la masse des omes et les forces qui les lient. Les propriétés op-ues et électriques faisant intervenir en plus le champ ctromagnétique et ses réactions avec la matière mblent moins bien adaptées à un premier contact ec la physique cristalline.

Les propriétés mécaniques des cristaux qui condi-nnent notre image du monde dépendent de la tem-rature. L'ingénieur qui l'oublierait et qui construi-t un pont métallique sans joints de dilatation l'ap-ndrait bien vite à ses dépens.

Il est donc nécessaire, pour décrire complètement les propriétés mécaniques des cristaux, de décrire aussi ses propriétés thermiques. Il en va du reste de même pour les gaz, dont on connaît si bien la théorie cinétique, c'est-à-dire les propriétés macroscopiques calculées à partir des propriétés microscopiques des molécules qui les constituent. Car, en effet, si l'on veut connaître le volume occupé par une masse de gaz donnée, chacun sait qu'il est nécessaire de connaître, en plus de la pression, la température.

Il pourrait sembler difficile au premier abord de conduire le calcul des propriétés des cristaux comme on l'a fait pour les gaz; car, pour ceux-ci, l'état microscopique chaotique qui les caractérise permet de faire des moyennes statistiques sans avoir à suivre dans le détail le mouvement d'une molécule. Mais l'ordre extraordinaire qui règne dans la disposition des molécules du cristal facilite un autre genre de calcul. Ce calcul est celui que la mécanique des quanta a développé et qui est particulièrement bien adapté aux phénomènes qui apparaissent tantôt sous l'image particule tantôt sous l'image onde. Nous nous rendrons bien vite compte de la raison profonde de cette relation.

Mais commençons par décrire un cristal: il est fait d'un motif d'atomes, qui se répète, toujours semblable à lui-même, comme le motif décoratif d'une tapisserie. Ce motif s'appelle la maille élémentaire, ou plus exactement la base du cristal. Si l'on joint l'atome d'une maille à l'atome correspondant des mailles adjacentes et que l'on poursuive cette opération, on se trouve avoir construit une sorte d'échafaudage régulier, qu'on appelle le réseau. On peut imaginer qu'on a construit des réseaux sur chaque atome de la maille et l'on voit alors que le cristal est fait de réseaux semblables, décalés les uns par rapport aux autres, portant à la jonction de leurs membrures respectives tous les atomes du cristal. Ces différents réseaux sont pour certains phénomènes les éléments dynamiques les plus simples. On voit bien ainsi que l'apparente complexité qui résulte du grand nombre d'atomes formant un cristal est fortement réduite par la disposition régulière et répétée dans l'espace de ces atomes.

Ces atomes sont liés à leurs voisins par des forces qui maintiennent la stabilité et l'ordre de cet édifice.

Ces forces peuvent être des forces de valence, ou des forces électrostatiques, ou encore des forces de VAN DER WAALS.

Le problème fondamental de la dynamique des cristaux est alors celui-ci: Etant données les molécules, les forces qui lient les atomes entre eux et les molécules entre elles, trouver, pour une température et des forces extérieures données, quelle sera la maille, c'est-à-dire quelles seront ses dimensions et quelle sera la distribution des atomes en son intérieur. En d'autres mots, quel sera le motif de cette tapisserie à trois dimensions.

Toutefois, ainsi posé, ce problème est en général trop difficile à résoudre. On se contente donc d'accepter comme une donnée du problème le motif à très basses températures, lorsque les atomes sont immobiles, et de calculer alors ce qui se passe lorsque des forces extérieures agissent sur le cristal pour le déformer, ou ce qu'il advient de la maille lorsque la température s'élève.

Pour pouvoir établir le « dictionnaire » des phénomènes caractérisant un cristal, il est bon d'avoir un modèle à sa disposition. Nous prendrons pour celui-ci un cristal à une dimension, une chaîne linéaire de molécules faites de deux atomes A et B, liées les unes aux autres par des forces relativement faibles de VAN DER WAALS, alors que les atomes formant une molécule sont liés l'un à l'autre beaucoup plus fortement par des valences. Nous imaginerons, pour commencer, que toutes ces forces sont analogues à celles dues aux ressorts. Demandons-nous alors quels sont les mouvements possibles des atomes. Admettons qu'à part l'un d'entre eux, on les maintienne tous en place. L'atome libre, attaché par des ressorts, décrira donc une vibration harmonique, dont la fréquence dépendra de sa masse et des forces des ressorts. Mais il est bien évident que ce mouvement ne se produit que parce que tous les autres atomes sont immobiles. Si soudainement on les lâchait, l'atome vibrant entraînerait ses voisins, et ceux-ci les leurs et bientôt toute la chaîne se mettrait en mouvement. Lorsqu'on résoud le problème, on trouve que le mouvement le plus général des atomes est formé par la superposition d'une série de vibrations, qu'on appelle les *vibrations propres* du système d'atomes. Une vibration propre a une fréquence bien déterminée et tous les atomes oscillent avec cette même fréquence quoiqu'ils aient chacun leur phase et leur direction de vibration propres. Par conséquent, chaque fois qu'un atome se retrouve dans une position donnée, tous les autres atomes se retrouvent eux aussi dans les mêmes positions. Ainsi, les forces que les voisins exercent sur l'atome considéré ne dépendent que de sa position. Mais ces forces ne sont plus les mêmes que celles qui avaient agi sur lui lorsque tous les autres atomes étaient immobiles. On voit donc bien que, si le mouvement est de nouveau une oscillation harmonique, elle n'a plus la même fréquence que précédemment. Il va sans dire que ces considérations s'appliquent aux cristaux à trois dimensions aussi bien qu'à notre modèle et que, si l'on ne tient compte que de petits mouvements, les forces seront toujours harmoniques.

Si la chaîne d'atomes est infiniment longue, il y a une infinité de ces vibrations propres, sinon, il y en a autant que d'atomes. En se déplaçant le long de la

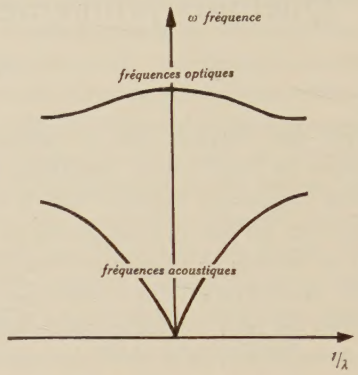


Fig. 1. Les courbes de dispersion s'arrêtent pour $\lambda = 2d$, d étant la distance entre les molécules.

chaîne, on retrouve, après une distance λ, un atome équivalent vibrant avec la même phase que celui dont on était parti. Si l'on trace alors un diagramme des différentes fréquences propres, en fonction de leurs $\frac{1}{\lambda}$ respectifs, on a la figure 1.

Il y a nettement deux sortes de fréquences propres: celles qui pour $\frac{1}{\lambda} = 0$ tendent vers zéro — qu'on appelle les fréquences acoustiques — et celles qui tendent

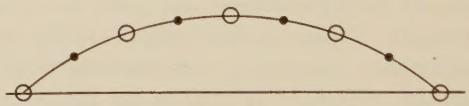


Fig. 2a. Ondes acoustiques. Vibrations intermoléculaires, les molécules étant constituées par un atome blanc et un atome noir.

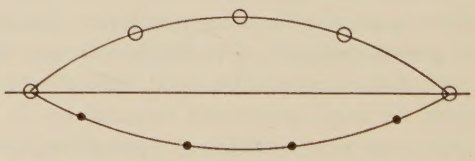


Fig. 2b. Ondes optiques. Vibrations intramoléculaires.

vers une valeur finie — qu'on appelle les fréquences optiques. En prenant une photographie instantanée des atomes de la chaîne pour une valeur de $\frac{1}{\lambda}$, on trouverait la figure 2a ou 2b, suivant la vibration acoustique ou optique dans laquelle on se trouve. Dans la première, les molécules se déplacent presque en bloc et, même dans une région finie du cristal, les molécules se déplacent très peu les unes par rapport aux

autres. Tandis que, dans la vibration optique, ce sont au contraire les vibrations à l'intérieur des molécules qui interviennent. La fréquence optique pour $\frac{1}{\lambda} = 0$ est celle qui correspond à la vibration de tout le réseau rigide des atomes A par rapport au réseau des atomes B.

On voit, d'après les figures 2, que l'on pourrait imaginer les atomes dans leurs mouvements de vibration propres, déplacés par des ondes de longueur d'onde λ. En supposant alors les atomes très proches les uns des autres, c'est-à-dire en passant au continu, on voit que ces vibrations propres ne sont pas autres que les vibrations d'une corde, avec la fondamentale et les harmoniques, figure 3.

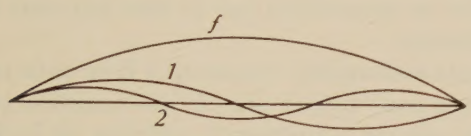


Fig. 3. Corde vibrante.
On voit la fondamentale f et deux harmoniques 1 et 2.

Cependant, il faut être prudent; cette image d'une onde, dont l'amplitude ne nous intéresse qu'aux endroits où sont placés les atomes n'a aucune réalité physique en dehors de ces endroits. Car on voit, sur la figure 4, que plusieurs « ondes » différentes peuvent

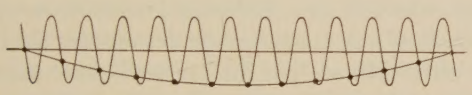


Fig. 4. Deux « ondes » de longueurs d'onde différentes déplacent les atomes semblablement.

déplacer les atomes de la même façon. C'est pour cette raison qu'on dit que des ondes d'une longueur d'onde λ plus petites que la distance qui sépare les atomes ne peuvent pas se propager dans le cristal. Et cette façon de s'exprimer indique bien l'ambiguïté de la notion d'onde à l'échelle des atomes.

Nous avons ainsi à notre disposition deux sortes de description des mouvements des atomes du cristal: a) l'image exacte des vibrations propres, b) l'image imparfaite des ondes. Il y en a une troisième lorsqu'on tient compte de la théorie des quanta, c'est l'image des grains d'énergie $h\omega$ correspondant à ces ondes, comme les photons sont les grains d'énergie de la lumière. Nous appellerons ces grains des *phonons*.

Et alors la théorie dynamique et thermique des cristaux n'est pas autre chose que la *théorie cinétique des phonons*, dans le sens où l'on dit théorie cinétique des gaz.

Nous nous servirons donc de ces trois images équivalentes pour décrire rapidement les propriétés des cristaux, en prenant celle qui semblera le mieux adaptée au phénomène envisagé.

Disons encore que, lorsqu'on passe de notre modèle à une dimension aux cristaux à trois dimensions, on trouve que, dans chaque direction, plusieurs ondes peuvent se propager. Dans un milieu isotrope, il y aurait une onde longitudinale et deux ondes transversales pour chaque sorte d'onde inter- et intramoléculaire. Et ces ondes ont des vitesses de propagation différentes suivant leurs directions. Dans les cristaux (anisotropes), il y a toujours trois ondes, mais elles ne sont plus exactement longitudinale et transversales. Mais tout cela ne change rien à ce que nous avons dit ci-dessus.

Chaleurs spécifiques

La chaleur, ou mieux l'énergie interne, est représentée par l'énergie contenue dans les vibrations des atomes. Chaque vibration propre constitue un degré de liberté et donc chaque onde thermique porte classiquement l'énergie kT. En faisant la somme de toutes les énergies, et en calculant comment elle varie avec la température, on obtient facilement la valeur de la chaleur spécifique. A basses températures, il faut tenir compte de la théorie des quanta, qui dit qu'une vibration propre de fréquence ω ne peut avoir que les énergies $(nh\omega)$, n étant un nombre entier. Debye a donné une théorie élémentaire de ce calcul, qui rendait bien compte de l'allure générale des variations des chaleurs spécifiques. Récemment, Blackman (1937) et Kellermann (1940), sous l'impulsion de Born, ont calculé précisément ces chaleurs spécifiques en introduisant les forces connues agissant entre les atomes et ils ont trouvé une remarquable correspondance avec les faits expérimentaux.

Etablissement de l'équilibre thermique

Les vibrations propres sont indépendantes les unes des autres, l'énergie ne peut passer de l'une à l'autre lorsque les forces entre les atomes sont simplement harmoniques, c'est-à-dire lorsqu'elles peuvent être représentées par des ressorts. L'équilibre thermique (chaque onde doit porter l'énergie kT) ne peut donc pas s'établir.

Il faut qu'il y ait un couplage entre les vibrations propres et cela ne peut se produire que si les forces sont anharmoniques. Elles ne dépendent plus alors linéairement de la distance, mais celle-ci intervient au carré, au cube, etc. Cette simple constatation ouvre des possibilités nouvelles. En effet, si nous prenons l'image onde, ces couplages indiquent que les ondes thermiques ne satisfont pas au principe de superposition. Deux ondes qui se croisent peuvent donner naissance à de nouvelles ondes. Ou bien, avec l'image particule, l'introduction de forces anharmoniques revient à dire qu'il faut tenir compte des collisions entre phonons (Pauli, 1925).

Si l'on ne demande pas avec quelle vitesse l'équilibre thermique s'établit, il suffit de savoir qu'il existe un couplage, sans spécifier le mécanisme de celui-ci,

ou simplement qu'il peut y avoir des collisions entre phonons (hypothèse ergodique).

C'est bien là ce qui arrive dans la théorie cinétique des gaz parfaits. Les molécules de ceux-ci n'ont pas de volume et ne s'attirent pas, et cependant on postule qu'il existe un mécanisme qui permet de distribuer l'énergie pour obtenir la loi de répartition de MAXWELL par exemple. Ceci du reste n'a que peu d'importance pour la théorie des chaleurs spécifiques. On sait en effet que, pour un gaz réel, de VAN DER WAALS par exemple, la chaleur spécifique est à peu de chose près la même que pour un gaz parfait.

Dilatation thermique

Dans la théorie cinétique, la première grandeur macroscopique que l'on calcule est la pression. On peut faire le même calcul avec le gaz des phonons et voir ainsi que leurs collisions contre les parois limitant ce cristal vont créer une pression. C'est aussi la pression de radiation des ondes thermiques. Et cette pression a pour effet de dilater le cristal. On voit que, là aussi, les forces anharmoniques sont nécessaires (collisions de phonons). Depuis DEBYE (1914) et BRILLOUIN (1920), peu de travaux ont été publiés sur ce sujet.

Conductibilité thermique

Supposons que nous mettions en contact deux morceaux semblables de cristaux à des températures différentes. Celui qui est à haute température a donc des ondes de plus grandes amplitudes que l'autre. Au moment du contact, ces ondes vont se propager dans le second cristal avec la vitesse du son. Tout se passera comme si la conductibilité thermique était infinie. Mais nous avons oublié, dans cette image, que les ondes ne se superposaient pas à cause des forces anharmoniques. L'onde incidente va se réfléchir à la manière de BRAGG sur les ondes thermiques existant dans le second cristal. Elle sera diffusée et un calcul précis montre que le phénomène sera dû surtout à la dispersion des ondes qui, suivant leurs longueurs d'onde, se propagent à des vitesses différentes. En effet, les effets DOPPLER d'ondes de vitesses presque semblables, lors de la réflexion de BRAGG, sont extrêmement importants. Si la dispersion n'existait pas, l'onde incidente ne pourrait être diffusée que dans sa direction de propagation et la conductibilité thermique resterait infinie (BAUER et WEIGLE, *a* [1944], PEIERLS [1929]).

Ce problème est donc semblable à celui que l'on traite dans la théorie cinétique des gaz, qui ne sont pas en équilibre. On sait que cette théorie de la conductibilité fait intervenir le libre parcours moyen des molécules. Ici, on trouve de même qu'il est avantageux d'introduire le libre parcours moyen des phonons.

Frottement intérieur

Si nous frappons l'extrémité d'une tige cristalline, une onde de choc va se propager dans celle-ci. Mais on sait que cette onde s'amortit en progressant et qu'on retrouve l'énergie qu'elle perd sous forme de chaleur. C'est là exactement ce que nous laissait prévoir cette non-superposition des ondes. L'onde mécanique incidente de grande longueur d'onde est diffusée par les ondes thermiques (qui ont principalement des longueurs d'ondes très petites). Mais c'est grâce à la dispersion de nouveau que ce phénomène peut se produire (BAUER et WEIGLE, *b* [1944]), c'est-à-dire qu'une onde de grande longueur d'onde se réfléchit en BRAGG sur des ondes de petite longueur d'onde et donne après la réflexion des ondes de courtes longueurs d'onde elles aussi.

Il est bien évident que, comme pour les gaz, il est avantageux de traiter ce problème de transport de quantité de mouvement par le libre parcours moyen des phonons.

Il reste évidemment beaucoup à faire dans tous ces domaines pour donner une théorie complète permettant de prévoir le frottement intérieur ou la conductibilité thermique grâce à notre connaissance des forces interatomiques, semblable à celle de KELLERMANN pour les chaleurs spécifiques. Mais il est probable que des travaux seront publiés prochainement, qui viendront préciser nos connaissances de ces phénomènes.

Enfin, on pourrait se demander s'il n'est pas possible de « voir » la vibration des atomes, ou la propagation des ondes thermiques, ou encore le gaz de phonons. On sait que différents phénomènes optiques sont sensibles aux mouvements des atomes. La lumière est en effet diffusée par les cristaux dont les atomes sont agités thermiquement. Pour la diffusion RAYLEIGH, on pourrait dire que les ondes lumineuses se sont réfléchies suivant la loi de BRAGG sur le réseau des ondes thermiques acoustiques (puisque les atomes se déplacent, il y a stratification de la densité avec la période λ, et donc stratification de l'indice de réfraction). Cette diffusion RAYLEIGH se fait avec un très petit changement de fréquence, qui provient de l'effet DOPPLER lors de la réflexion. Les mêmes phénomènes se produisent aussi pour les ondes élastiques optiques et donnent lieu à l'effet RAMAN. Mais on sait aussi que, pour ces ondes optiques, l'image onde n'est pas particulièrement bien choisie. Il vaudrait mieux prendre l'image particule et dire que, lorsqu'un photon incident frappe un phonon, il l'absorbe et devient un nouveau photon de fréquence plus grande (conservation de l'énergie) et de direction différente (conservation de la quantité de mouvement). Il peut arriver symétriquement qu'un photon incident fasse explosion et donne un nouveau photon et un phonon.

Et puis les rayons X permettent aussi de « voir » les mouvements thermiques des atomes. Mais la théorie de cet effet nous entraînerait trop loin. Qu'il suffise au lecteur de savoir que, durant ces prochaines années, il est fort probable que les méthodes d'investigation des cristaux par les rayons X s'enrichiront de

echniques nouvelles, dues précisément à l'analyse des ıouvements thermiques.

Littérature

Blackman, Proc. Roy. Soc. A, *159*, 416 (1937). — Kellermann, roc. Roy. Soc. A, *178*, 17 (1940). — Debye, Wolfskehlvorträge, eipzig (1914). — Pauli, Verh. d. D. Phys. Ges., *6*, 10 (1925). — eierls, Ann. d. Phys., *3*, 1055 (1929). — Brillouin, Ann. Ec. orm. Sup. *37*, 358 (1920). — Bauer et Weigle, a, C. R. Soc. de hys. Genève, *61*, 175 (1944). — Bauer et Weigle, b, C. R. Soc. e Phys. Genève, *61*, 178 (1944).

ome actual problems of the dynamics of crystals

Summary

A short description is given of actual problems of the ynamics of crystals. It is shown that thermal motions of atoms can be described by normal modes of vibrations, or by waves or then by the quanta, called phonons, carried by these waves. In terms of this gas of phonons, the dynamics of crystals becomes the kinetic theory of phonons. If the forces between the atoms are harmonic, the phonons behave like an ideal gas. If we introduce anharmonic forces, the gas of phonons is like a real gas, collisions between the particles playing an important part. The anharmonic forces produce waves which do not satisfy the principle of superposition; they can be Bragg-reflected one on another with a strong Doppler effect. It is possible to define a mean free path of the phonons and then such phenomena as heat conductivity and internal friction are easily interpreted either in terms of waves or phonons.

Statistische Probleme aus der Kerngrößenforschung

Von E. Hintzsche, Bern

Neben anderen Merkmalen gehört die Angabe der Kerngröße zur morphologischen Charakterisierung ines Gewebes oder eines Organparenchyms. Im Gensatz zu einem auch heute noch viel geübten Brauch enügt es indessen nicht, etwa den mittleren Durchıesser kugeliger Kerne auf Grund von 10—20 Einzelıessungen anzuführen. Selbst wenn ein solcher Mitelwert durch Angabe der Streuungsbreite, also der leinsten und der größten gemessenen Zahl, ergänzt ird, gewinnt man noch keine ausreichende Kennzeichnung der Größe der betreffenden Kerne. Nur die Bestimmung des Kernvolumens, evtl. auch der Kernberfläche, kann die biologisch bedeutsamen Faktoren larstellen, die in der Kerngröße verborgen liegen.

Als Kennzeichen biologischen Geschehens hat das Kernvolumen früher z. B. Beachtung gefunden bei Studien über die künstliche Anregung der Entwickıng. So erwähnt O. Hertwig schon 1913 als durch ahlreiche Untersuchungen an Pflanzen und wirbelosen Tieren erwiesen, daß ein die Kerngröße wesentch mitbestimmender Faktor in der Zahl der Chromoomen gegeben sei; als neuen Beleg dafür teilte er mit, aß bei Tritonlarven, die infolge künstlicher Anregung ırer Entwicklung in jedem Kern nur einen halben hromosomensatz aufweisen, das Kernvolumen der eberzellen und der roten Blutkörperchen gerade alb so groß gefunden wurde wie in denselben Zellrten gleich weit entwickelter Normaltiere. Es gelang ım jedoch nicht, in allen untersuchten Organen diese roportion so klar aufzuzeigen. Ursache dafür ist zweiellos die von O. Hertwig angewandte Berechnungsrt: er hat jeweils die Durchmesser von nur 10—20 Kernen festgestellt, daraus den Mittelwert berechnet nd diesen dann der Volumenbestimmung zugrunde gelegt. Bei den wenigen Messungen können die nach Durchschnittswerten berechneten Volumina nur in Ausnahmefällen ein genaues Bild der wahren Kerngröße vermitteln, zumal die Spielbreite der Kerngröße recht beträchtlich ist und die Streuung nicht einfach den Regeln der Wahrscheinlichkeit folgt, sondern Ausdruck biologisch bedeutsamer Vorgänge ist, wie wir heute wissen.

Mit ähnlicher Methodik hat in einer etwa gleichzeitig durchgeführten Untersuchung über die Parthenogenese bei Wirbeltieren auch G. Hertwig (1913) entsprechende Ergebnisse erzielt. Er fand bei haploiden Krötenlarven in der Leber und in Ganglienzellen des Rückenmarkes nur halb so große Kernvolumina wie bei gleich weit entwickelten Normaltieren. In anderen Organen gelang es ihm indessen nicht, diese Proportion ganz so genau festzustellen; G. Hertwig kam deshalb zu dem Schluß: In einzelnen Organen verhalten sich die Kernoberflächen, in anderen die Kernvolumina der haploiden Larven zu denen der Normaltiere wie 1:2. Der Befund des halben Kernvolumens bei haploiden Tieren ist von Baltzer (1922) durch Messungen an Nervenzellen eines haploiden Tritons noch einmal bestätigt worden.

Gesetzmäßigkeiten, die über diese einfache Feststellung der Abhängigkeit der Kerngröße von der Chromosomenzahl hinausgehen, hat zuerst Jacobj (1925) erkannt. Seine Untersuchungen erstreckten sich anfangs besonders auf die kugeligen Kerne der Leberzellen. Wesentlich ist, daß er nicht mehr von einem Mittelwert der Kerndurchmesser ausging, sondern das Volumen der verschiedenen Kerngrößen einzeln berechnete und die so gewonnenen Werte zu Variationsreihen ordnete. Auffälligerweise ergab sich dabei, daß

nicht nur eine bestimmte Größenklasse deutlich gehäuft vorkommt — sie wird die «Regelklasse» genannt —, sondern daß bei ausreichend großen Zahlen der primären Verteilungsreihe auch Nebengipfel der Häufung ausgeprägt sind. Diese liegen in Klassen, die dem doppelten und dem vierfachen Wert der Regelklasse entsprechen, sie bilden also mit der Regelklasse eine geometrische Reihe. Damit war eindeutig erwiesen, daß das Kernwachstum rhythmisch abläuft und dabei einem Verdoppelungsgesetz folgt.

Nach einer ausführlichen Tabelle, die JACOBJ (1935) auf Grund weiterer Studien publizierte, läßt sich für die Kerngröße menschlicher Organe folgende Reihe von Regelklassen aufstellen:

Bezeichnung	Volumen	Zugehöriger Kerndurchmesser
K $^1/_8$	18 cbμ	3,25 μ
K $^1/_4$	36 »	4,1 »
K $^1/_2$	72 »	5,2 »
K 1	144 »	6,5 »
K 2	288 »	8,2 »
K 4	576 »	10,3 »
K 8	1152 »	13,0 »
K 16	2304 »	16,4 »

Die Volumenwerte dieser Reihe gelten für Susafixation und Paraffineinbettung des Materials; sie bilden eine geometrische Reihe. Die ihnen beigefügten Kerndurchmesser sind nur etwas abgerundete Näherungswerte. Die Zahlen für die Klassen K 4 und K 8 habe ich der Vollständigkeit halber der Reihe eingefügt.

JACOBJs Untersuchungen wurden sehr bald von verschiedenen Seiten nachgeprüft und seine Befunde dabei im allgemeinen bestätigt; einige abweichende Messungsergebnisse veröffentlichten WERMEL und seine Mitarbeiter. Es ist hier nicht beabsichtigt, einen Überblick über das gesamte einschlägige Schrifttum der letzten 20 Jahre zu geben; hervorgehoben sei nur, daß in der funktionellen Beanspruchung der Zelle ein für das Verdoppelungswachstum der Kerne wichtiger Faktor erkannt worden ist. Für diese Deutung konnte ich gemeinsam mit TANNER (1937) beweisende Befunde erbringen, die gleichzeitig einige der beobachteten von den JACOBJschen Regeln scheinbar abweichende Zahlenangaben verständlich zu machen vermögen. Besondere Verhältnisse, wie sie im spezifischen Organbau, der Blutgefäßversorgung und der Ernährung gegeben sind, können zwar örtliche Differenzen der Kerngröße bewirken; auch diese folgen jedoch in allen genau daraufhin untersuchten Fällen dem rhythmischen Wachstum mit zahlenmäßiger Gesetzlichkeit (JACOBJ 1942).

Studien über die Beeinflussung der Kerngröße durch verschiedenartige Faktoren, so der Funktionsänderung, der Temperaturabhängigkeit, der Schwangerschaft oder etwa besonderer Ernährungsweise, erfordern jeweils Vergleiche mit entsprechenden Variationsreihen der Kerngröße bei Kontrolltieren, Vergleiche, die leider wegen der uneinheitlichen statistischen Auswertung der im Schrifttum mitgeteilten Forschungsergebnisse bisher nur in groben Umrissen möglich sind. Nicht einmal so wesentliche Zahlen wie der prozentuale Anteil der Kerne in der Klasse der größten Häufung lassen sich — selbst in den Arbeiten des gleichen Autors — miteinander in Beziehung setzen; noch schwieriger wird es, Befunde verschiedener Forscher miteinander zu vergleichen. Einen einfachen Weg zur Lösung dieses Problems sollen die nachfolgenden Mitteilungen zeigen. Sie stellen sich bewußt auf die gleiche Linie mit kritischen Äußerungen über die Bewertung von Zahlenreihen in der Biologie, wie sie im Schrifttum von Zeit zu Zeit zu finden sind.

Von grundlegender Bedeutung für die variationsstatistische Auswertung einer Zahlenreihe ist die geschickte Wahl eines Einteilungsmaßes. Man wird ja immer die Einzelwerte zu Klassen zusammenziehen müssen, wobei als Regel gilt, mit der kleinstmöglichen Zusammenfassung auszukommen, denn nur so können die feineren Eigenheiten der Verteilung erkennbar bleiben. Als weitere Notwendigkeit ist zu fordern, daß die Gipfelwerte mitten in eine solche Zusammenfassung hineinfallen und nicht etwa gerade zwischen zwei Klassen liegen, da sonst eine Zerteilung im Bereiche der größten Häufung eintreten würde, womit die Vergleichbarkeit der Werte aufgehoben wäre. Endlich ist im speziellen Fall nötig, daß nicht nur die Regelklasse, sondern auch ihr Halbierungs- und ihr Verdoppelungswert wieder mitten in einer derartig zusammengefaßten Klasse liegen.

Diesen Grundforderungen werden die beiden von JACOBJ angewandten Maßstäbe nicht gerecht. Kugelige Kerne, die im Mikroprojektionsbild gezeichnet und dann ausgemessen wurden, gliedert JACOBJ (1935, S. 170) in Klassen von je ½ μ Durchmesser-Unterschied; ein Teilstück der Reihe lautet also:

Durchmesser:	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8	8½ μ
Volumen:	48	65	87	113	144	180	221	268	322 cbμ

Einzig die Kerngrößenklasse K 1 mit dem Wert 144 cbμ ist — wenigstens für Susa-fixierte und in Paraffin eingebettete menschliche Organe — in dieser Reihe genau lokalisiert; K ½ fällt zwischen 65 und 87 cbμ, K 2 zwischen 268 und 322 cbμ, K 4 zwischen 524 und 606 cbμ. Es kommt ferner hinzu, daß die Abstände der einzelnen Klassen zwar dem Durchmesser nach — also linear — gleich sind, daß sie aber dem Volumen nach in einer Reihe ansteigen, die in keiner Weise biologisch zu begründen ist. Am Anfang der Reihe sind die prozentualen Differenzen zwischen den einzelnen Klassen groß, sie nehmen dann aber stetig

man findet z. B. 35,4% Zunahme von 48 auf 65 , dagegen nur 15,6% Unterschied zwischen 524 l 606 cbμ. Bei den niedrigen Werten der Reihe, wo Regelklassen dicht beieinander liegen, werden also ativ große Klassen gebildet, bei den höheren Werten Reihe dagegen, wo die Regelklassen weit von- ander entfernt sind, sind die relativen Unterschiede ı einer Klasse zur nächsten klein. Daraus resultiert ın, daß die Zahl der zwischen den einzelnen Regel- ssen gelegenen Unterklassen am Anfang der Reihe iner ist als bei den höheren Endwerten. Biologisch ichwertige Abschnitte — denn als solche müssen Abstände zwischen je zwei Regelklassen angesehen rden — werden also bei den niedrigeren Kerngrößen- rten in nur wenige, bei den hohen Kernvolumina gegen in mehr Klassen aufgeteilt, was sinnwidrig ist. Noch weit ungünstiger ist eine andere Gliederung Zahlenreihen in Jacobjs Untersuchungen (1925, 137 und 1942, S. 618), die aus der Einteilung eines direkte Messungen benutzten Okularmikrometers geleitet wurde. Bei diesem sind nicht einmal die μ umgerechneten Abstände der Kerndurchmesser ı einer Klasse zur nächsten gleich, es wechseln viel- hr je zwei Klassen von 0,6 und von 0,65 μ Diffe- ız miteinander ab, woraus sich für die zugehörigen lumenwerte ergibt, daß die relative Zunahme von je ei aufeinanderfolgenden Klassen in einer einiger- ßen stetigen Reihe erfolgt, daß zwischen den näch- n beiden Klassen dann aber ein Unterschied von r wenigen Einheiten vorhanden ist. Solche Methoden thematisch-statistischer Bearbeitung von Zahlen- hen biologischen Materials lassen Auswertungen r in den allergröbsten Zügen zu, feinere Besonder- ten der relativen Verteilung gehen dabei aber ver- en. Tatsächlich ist bis heute von keinem Unter- cher eine sowohl statistisch wie biologisch völlig be- edigende Methode des Kerngrößenvergleichs ange- ndt worden; das gilt auch von meinen eigenen bis- igen Untersuchungen auf diesem Gebiete.

Wenn ich die nachfolgenden Beispiele der bis jetzt räuchlichen und der neu entwickelten Darstellungs- ise der Ergebnisse von Kerngrößenmessungen eige- ı früheren Untersuchungen entnehme, so nur des- lb, weil mir dafür die notwendigen Unterlagen voll- ndig zur Verfügung stehen. Um eine möglichst itgehende Genauigkeit der Kernvolumenbestimmung erzielen, habe ich die Messungen an Zeichnungen rchgeführt, die bei 1800- bis 2000facher Vergröße- ıg angefertigt wurden. Das Auflösungsvermögen der zu benutzten Immersion erlaubt, den größten Längs- d Querdurchmesser der Kerne auf 0,2 μ zu bestim- n. Daß es notwendig ist, die Messungsgenauigkeit zur Grenze des Auflösungsvermögens der Optik szunutzen, ergibt sich aus der folgenden kleinen belle der Volumenwerte in cbμ für Kerne von 8—9 μ nge und 5—6 μ Breite, deren Inhalt als Rotations- psoid berechnet wurde:

		Breite der Kerne in μ					
		5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0
Länge der Kerne in μ	8,0	105	113	122	131	141	151
	8,2	107	116	125	135	145	155
	8,4	110	119	128	138	148	158
	8,6	113	122	131	141	151	162
	8,8	115	124	134	144	155	166
	9,0	118	127	137	148	158	170

Man ersieht aus diesen Zahlen, daß insbesondere die steigende Breite der Kerne sich im Sinne einer beträchtlichen Inhaltsvergrößerung auswirkt.

Tabellen der vorstehenden Art wurden benutzt, um die Größe jedes einzelnen ausgemessenen Kernes zu bestimmen; die so gewonnenen Einzelwerte wurden dann zunächst in Klassen von je 10 cbμ Umfang (z. B. 130—139, 140—149 cbμ usw., also mit den Klassenwerten 135, 145 usw., und in Klassen von 125—134, 135—144 cbμ usw., das heißt mit den Klassenwerten 130, 140 usw.) eingeteilt. Selbst bei geringer Streuungsbreite lassen diese Klassen von je 10 Maßeinheiten meist noch keine eindeutige Gipfelklasse erkennen, so daß Zusammenfassungen zu 20, 25 oder 30 Einheiten, bei großer Streuungsbreite sogar bis zu 50 Einheiten notwendig werden. Beeinflußt wird die Wahl der Klassengröße auch von der Lage der größten Häufung, denn es sollte ja möglichst auch der Halbierungs- und der Verdoppelungswert der Regelklasse wieder inmitten einer solchen Zusammenfassung liegen. So ergaben sich mir z. B. bei früheren Untersuchungen am Darmepithel von Ratten mit den Regelklassen 80 und 160 cbμ Zusammenfassungen von je 20 cbμ als vorteilhaft; bei Untersuchungen an der Herzmuskulatur des Kalbes, wo die Regelklassen 150 und 300 cbμ sind und über diesen Wert hinaus ziemlich viel große Kerne vorkommen, waren Zusammenfassungen von je 50 cbμ zu wählen. Die gleiche Gliederung war auch nötig bei Untersuchungen über die Kerne der Follikelepithelien und der Granulosa-Luteinzellen des menschlichen Ovariums. Gerade bei dieser Untersuchungsreihe zeigten sich indessen Mängel des eben geschilderten variationsstatistischen Rechnungsverfahrens, das in seinen Grundzügen dem bei anthropologischen Untersuchungen gewöhnlich angewandten gleicht.

An Hand einiger Kurven der Kerngrößenverteilung von Follikelepithelien und von Granulosa-Luteinzellen aus menschlichen Ovarien (Abb. 1) sollen nun zunächst einige Überlegungen erläutert werden, die das bisher angewandte Einteilungsverfahren als unbefriedigend erkennen lassen; sie betreffen teils die Art der statistischen Verarbeitung, teils die ungenügende Berücksichtigung der den Zahlen zugrunde liegenden biologischen Zusammenhänge. Alle Kurven der Abb. 1 beruhen auf Messungen an je 200 Kernen aus Epithel-

zellen von Eierstocksfollikeln verschiedener Größe bzw. der Granulosa-Luteinzellen eines menschlichen Corpus luteum graviditatis. Zweck der betr. Untersuchung, die demnächst in der Monatsschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie erscheinen wird, war, die Abhängigkeitsbeziehungen der Kerngröße verschiedener Entwicklungs- und Funktionsphasen derselben Zellart zu prüfen. Die beiden mittleren Kurven der Abb. 1 (strichpunktiert = Follikel von 1,5 mm

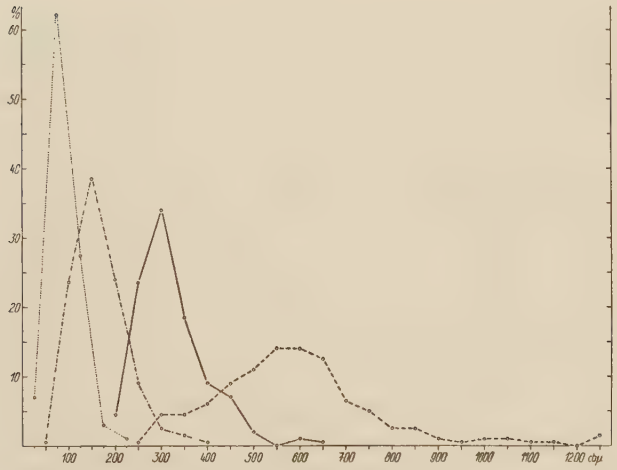


Abb. 1. Variationsreihen der Volumina von je 200 Kernen von Follikelepithelien und von Granulosa-Luteinzellen des menschlichen Ovariums. Fixation nach Zenker, Paraffineinbettung. Punktiert: Follikel von 4,2 mm Durchmesser; strich-punktiert: Follikel von 1,5 mm Durchmesser; ausgezogen: sprungreifer Follikel; gestrichelt: Granulosa-Luteinzellen aus einem Schwangerschafts-Gelbkörper. Die Gipfel der Kurven fallen in die Regelklassen 75, 150, 300 und 600 cbμ, das Kernwachstum folgt also dem Verdoppelungsgesetz. Die Zusammenfassung der primären Reihen in Klassen von je 50 cbμ Umfang verursacht jedoch bei kleinen Kernen Überhöhung, bei großen Überdehnung der Kurven, so daß ein direkter Vergleich der prozentualen Anteile in den einzelnen Kerngrößenklassen nicht möglich ist. Eine verbesserte Darstellungsweise für dieselben Zahlenreihen zeigt Abb. 2.

Durchmesser, ausgezogen = sprungreifer Follikel) ergeben in der gewählten Zusammenfassung von je 50 Einheiten Umfang klare Verteilungsreihen mit Gipfeln bei 150 und 300 cbμ und mit dem bei dieser Darstellungsart typischen, gegen die Seite der größeren Kerne etwas verlängerten absteigenden Kurvenschenkel. Beide Verteilungsreihen erscheinen dadurch weitgehend ähnlich und nur gegeneinander verschoben. Anders verhalten sich dagegen die punktiert und die gestrichelt wiedergegebenen Zahlenreihen. Mit gestrichelter Linie ist die Verteilung der Kerngrößen in einem Corpus luteum graviditatis dargestellt. Entsprechend der Zunahme der Zellgröße ist hier der Kerninhalt beträchtlich höher, es ist jedoch kein klarer Gipfel ausgeprägt, sondern nur ein Plateau im Bereiche der Klassen 550–650 cbμ festzustellen; als Regelklasse kann daraus der Wert 600 cbμ angenommen und damit auch hier das Gesetz vom Verdoppelungswachstum bestätigt werden. Die Zahlenreihe läuft mit allerdings nur niedrigen Werten weit gegen die Seite der großen Kerne hin aus, sie konnte aus technischen Gründen nicht einmal vollständig in der graphischen Darstellung wiedergegeben werden, denn es folgen noch einzelne Kerne von 1345, 1516 und 1710 cbμ Volumen. Für diese Reihe wäre im Grund genommen eine Zusammenfassung in größere Klassen angebracht gewesen, doch wäre dadurch der Vergleich mit den übrigen Kurven unmöglich geworden.

Wie bei der eben beschriebenen Zahlenreihe die Zusammenfassung eigentlich zu klein ist, so ist sie bei der punktiert dargestellten Reihe von 200 Kernen der Epithelzellen eines Follikels von 4,2 mm Durchmesser zu groß. Diese Reihe zeigte schon bei Zusammenfassung in Klassen von 25 cbμ Umfang den Gipfel deutlich bei 75 cbμ, sie mußte aber der Einheitlichkeit der Darstellung wegen gleichwohl in 50er Klassen zusammengefaßt wiedergegeben werden und erscheint damit stark überhöht. Noch dazu hat, um den Wert 75 cbμ in die Mitte einer Klasse zu legen, eine Verschiebung des Maßstabes um 25 Einheiten erfolgen müssen. In dieser Untersuchung ergab sich also aus der genauen Einhaltung derselben Klasseneinteilung keineswegs eine leichtere Vergleichsmöglichkeit, es entstanden vielmehr teils stark zusammengedrängte, teils überdehnte Kurven. Der eigentliche Grund dafür ist wieder in der ungleichen Unterteilung der Abstände zwischen den einzelnen Regelklassen gegeben. Bei gleichbleibendem Klassenumfang ist z. B. in der Abb. 1 der Abstand von K 1 (150 cbμ) bis K 2 (300 cbμ) in zwei Klassen unterteilt, der Abschnitt von K 2 (300 cbμ) bis K 4 (600 cbμ) aber in fünf Klassen und so fort; zugunsten der Einheitlichkeit der statistischen Behandlung sind damit jedoch die biologischen Grundlagen der Zahlenreihe eigentlich ungenügend berücksichtigt: Da der Wachstumsschritt von K 1 bis K 2 gleich wie der von K 2 bis K 4 einer jedesmaligen Verdoppelung des Kernvolumens entspricht, beide also biologisch gleichwertig sind, müßten sie sinngemäß auch in der graphischen Darstellung durch gleiche Abstände wiedergegeben und jeweils in eine gleiche Zahl von Klassen unterteilt werden. Nur so können Kurven entstehen, bei denen der relative Anteil der einzelnen Kerne, die Breitenausdehnung sowie der Steilheitsgrad des Anstieges und des Abfalles verschiedener Zahlenreihen untereinander vergleichbar werden.

Leicht zu erfüllen ist die Forderung gleicher Abstände der Regelklassen. Da diese Werte zueinander in den Proportionen einer geometrischen Reihe stehen, brauchen an Stelle der absoluten Werte der Regelklassen nur deren Logarithmen gesetzt zu werden. Für die Wahl der Klassengröße gelten dann folgende Überlegungen: Soll ein biologisch gleichwertiges Stück aus der Reihe der Kerngrößenwerte in jeder Regelklasse zusammengefaßt sein, so muß der Klassenumfang bei K 2 doppelt so groß sein wie bei K 1, bei K 4 doppelt so groß wie bei K 2 usw., mit anderen

orten: die Regelklassen mit niedrigen absoluten erten müssen in kleinere, die mit höheren absoluten erten in größere Klassen zusammengefaßt werden. Es lassen sich nun Zahlenreihen denken, die so zummengesetzt sind, daß sie dieser Forderung entrechen und außerdem alle Einzelwerte in den Regelassen vereinigt enthalten, z. B.:

ezeichnung	Regelklasse	Klassenumfang	Klassengröße
K 1	150 cbμ	101— 200 cbμ	100 cbμ
K 2	300 »	201 - 400 »	200 »
K 4	600 »	401— 800 »	400 »
K 8	1200 »	801—1600 »	800 »

dieser Reihe macht die Klassengröße je $^2/_3$ des ertes der Regelklasse aus. Eine Zusammenfassung derartig großen Klassen ist natürlich nicht erünscht, sie soll nur den Weg der Überlegung zeigen, r zu der unten beschriebenen Einteilung geführt hat. ine Reduktion der Klassengröße würde eintreten, enn man zwischen je zwei Regelklassen der eben geannten Reihe noch je eine Unterklasse einschiebt; ergäbe sich dann für die eben genannte Reihe etwa lgende Gliederung:

ezeichnung	Regelklasse	Klassenumfang	Klassengröße
K 1	150 cbμ	126— 175 cbμ	50 cbμ
.	.	176 - 250 »	75 »
K 2	300 »	251— 350 »	100 »
.	.	351— 500 »	150 »
K 4	600 »	501 - 700 »	200 »
.	.	701 1000 »	300 »
K 8	1200 »	1001—1400 »	400 »

dieser Reihe macht die Klassengröße nur je $^1/_3$ des ertes der Regelklasse aus, außerdem ist sie von einer egelklasse zur nächsten jedesmal verdoppelt. Die einlnen Klassengrößen steigen jedoch nicht mehr genau einer konstanten Proportion an, denn es wechseln weils Abstände, die sich wie 2:3 verhalten, mit lchen der Relation 3:4.

Es wird sich außerdem auch empfehlen, aus dem vischen 2 Regelklassen gelegenen Stück mehr als nur ne Unterklasse zu bilden. Am günstigsten erweist ch in der Praxis, drei Klassen zwischen zwei Regelassen einzufügen. Man erreicht auf diese Weise, daß nn der Wert, der mitten zwischen zwei Regelklassen gt, sich auch wieder genau inmitten einer Unterasse findet, was vorteilhaft ist, da diesem Wert fenbar auch eine gewisse biologische Bedeutung zuommt, denn er ist nicht selten ein markanter Punkt den Kurven. Es stellt sich also die Aufgabe, die recke zwischen zwei Regelklassen in Stücke zu tein, die untereinander in konstanten Proportionen ehen und deren Größe in benachbarten Regelklassen jeweils das Verhältnis 1:2 aufweist. Die Berechnung sei an Hand eines Linienschemas erläutert:

Da die Regelklassen 150 und 300 cbμ wegen der Zusammenfassung nur je mit der Hälfte ihres Klassenumfanges am Abstand K 1 bis K 2 beteiligt sind, würden — wie aus der Zeichnung ersichtlich ist — die zu berechnenden Proportionen für den Abstand K 1 bis K 2 lauten:

$$\tfrac{1}{2} : a \quad a : b \quad b : c = c : 1$$

Die Auflösung dieser Gleichungen ergibt:

$$a = \sqrt[4]{2} \qquad b = \sqrt{2} \qquad c = \sqrt[4]{2^3}$$

In Zahlen ausgedrückt lautet also das gesuchte Teilungsverhältnis der Strecke K 1 bis K 2:

$$0{,}5 : 1{,}189 : 1{,}414 : 1{,}682 : 1$$

Summiert ergibt das 5,785; dividiert man den absoluten Abstand von K 1 bis K 2, in unserem Beispiel 150 cbμ, durch diese Zahl, so ergibt sich für 1 der Wert 25,93 und daraus durch Multiplikation die übrigen Zahlen der Proportionsreihe. Die Werte der Klassengrößen von K 1 bis K 2 lauten — bei einem Abstand beider Regelklassen von 150 cbμ — demnach:

Bezeichnung	Regelklasse	Klassenumfang	Klassengröße
K 1	150 cbμ	137—162 cbμ	26 cbμ
.	.	163 193 »	31 »
.	.	194 -230 »	37 »
.	.	231—274 »	44 »
K 2	300 cbμ	275 326 »	52 »

(Die Klassengrößen sind auf ganze Zahlen abgerundet; bei den niedrigeren Klassen muß die erste Stelle nach dem Komma berücksichtigt werden.) Die so berechneten Klassengrößen steigen in konstanten Proportionen und sind jeweils von einer Regelklasse bis zur nächsten verdoppelt. Ihr Wert ist näherungsweise $^1/_6$ des Wertes der zugehörigen Klasse. Auch diese Reihe der Unterteilung folgt selbstverständlich dem Logarithmus des Klassenwertes, die Abstände von einer Unterklasse zur nächsten sind dementsprechend in den graphischen Darstellungen immer gleich zu wählen.

Rechnet man dieselben Zahlenreihen, deren graphische Darstellung in Abb. 1 nach der bisher gebräuchlichen Einteilung wiedergegeben wurde, nach der neuen, vorstehend beschriebenen Methode um, so ergeben sich die Kurven der Abb. 2. Als wesentliche Ergebnisse vermerke ich: Überhöhungen oder Überdehnungen der Kurven sowie Abplattungen der Gipfel kommen nicht mehr vor; der prozentuale Anteil der Kerne in den Regelklassen ist in den verschiedenen Untersuchungsreihen direkt vergleichbar; die Form des aufsteigenden und des absteigenden Schenkels der

einzelnen Kurven läßt statistisch einwandfrei ermittelte Schlüsse auf biologische Besonderheiten zu (man beachte in dieser Hinsicht z. B. den deutlichen Knick im abfallenden Schenkel der punktierten Reihe von 200 Kernen der Epithelien eines Follikels von 4,2 mm

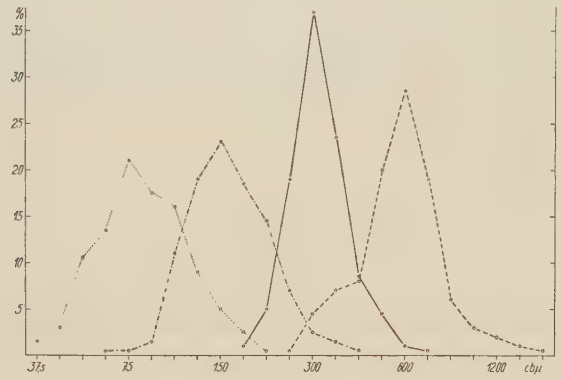


Abb. 2. Dieselben Zahlenreihen wie in Abb. 1 unter Berücksichtigung ihrer biologischen Grundlagen dargestellt. Die Abstände der Regelklassen sind mit ihrem logarithmischen Wert — der geometrischen Reihe entsprechend also alle gleich groß — eingesetzt; der Klassenumfang steigt von einer Regelklasse zur nächsten im Verhältnis 1:2. Der Abstand zwischen je zwei Regelklassen ist jeweils in dieselbe Zahl von Unterklassen geteilt, deren Umfang gleichfalls in konstanten Proportionen ansteigt. Berechnungsgrundlagen im Text S. 107. Alle Kurven werden damit auch in Einzelheiten untereinander vergleichbar.

Durchmesser, die Knickstelle liegt genau in der Mitte zwischen K ½ (75 cbμ) und K 1 (150 cbμ); endlich ist erwähnenswert, daß auch die vereinzelten Streuwerte der höchsten Klassen ohne technische Schwierigkeit graphisch wiedergegeben werden können.

Daß das neue Einteilungsprinzip bessere Vergleichsmöglichkeiten schafft, mag — auch um die allgemeine Anwendbarkeit zu erweisen — noch durch ein paar Beispiele belegt sein. In einer 1937 gemeinsam mit E. TANNER veröffentlichten Studie berichtete ich über Versuche, die den Einfluß der Zellbeanspruchung auf die Kerngröße abklären sollten. Verglichen wurden dazu die Kerne des Duodenalepithels von Ratten, die 48 Stunden nur bei Wasser gehalten wurden, mit Kernen des gleichen Darmabschnittes ebensolcher Tiere verschiedene Zeit nach der Wiederaufnahme von festem Futter. Aus dieser früher publizierten Arbeit sind in der Abb. 3 nur die Kerngrößenbefunde von zwei Untersuchungsreihen herausgezeichnet. Die ausgezogene Linie zeigt die Kerngröße der Hungertiere, mit gestrichelter Linie ist der Befund 11 Stunden nach erneuter Nahrungszufuhr dargestellt. Als Klassengröße konnte wegen der geringen Streuungsbreite ein Umfang von 20 cbμ gewählt werden, Regelklassen sind in diesem Material 80 und 160 cbμ. Die Hungertiere besitzen kleine Kerne und haben — nach der alten Einteilungsart berechnet — einen Anteil von fast 30% aller Kerne in der Regelklasse. Die Wiederaufnahme von Futter bedingt, wie früher ausführlich dargetan werden konnte, innerhalb von 11 Stunden eine allmähliche Verschiebung der größten Kernhäufung bis in die Klasse 160 cbμ, also auf den doppelten Wert der früheren Regelklasse. Wieder hat aber die Art der statistischen Gliederung des Materials eine deutliche Plateaubildung in der Kurve am Orte der größten Häufung zur Folge; der Anteil der Kerne beträgt in den Klassen 140—180 cbμ je zirka 14%, ein zahlenmäßiger Vergleich der größten Häufung in beiden Kurven ist dadurch nicht recht möglich. Es scheint ferner, als liefe der absteigende Schenkel der Kurve von den gefütterten Tieren relativ weiter gegen die Seite der großen Kerne hin als bei den Hungertieren.

Die gleichen Zahlenreihen, ebenfalls um die Regelklassen 80 und 160 cbμ, jedoch nach der neuen Berechnungsart gegliedert und im logarithmischen Abstand dargestellt, zeigt die Abb. 4. Es wird nun deutlich, daß der relative Anteil der Gipfelklassen bei beiden Kurven übereinstimmend nahe bei 21% aller Kerne liegt. Die Streuungsbreite beider Zahlenreihen ist praktisch gleich groß, also nicht bei den gefütterten Tieren größer, wie aus der Abb. 3 abzuleiten gewesen wäre, endlich ist in der von den Kernen der Hungertiere gewonnenen Kurve wieder der Mittelwert zwischen den Klassen 80 und 160 cbμ als ein Knick im absteigenden Schenkel ausgeprägt, der bei der bisher üblichen Darstellung nur sehr schwach angedeutet war.

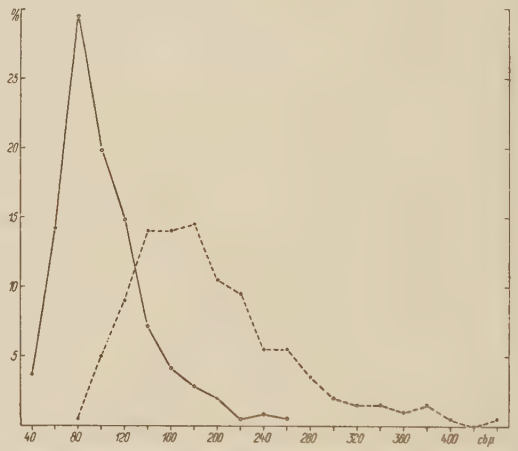
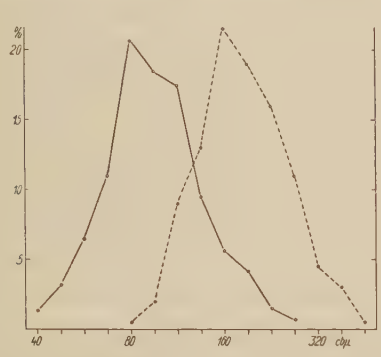


Abb. 3. Variationsreihen der Kerngröße aus dem Duodenalepithel der Ratte. Fixation nach ZENKER, Paraffineinbettung (nach HINTZSCHE und TANNER, 1937, Abb. 6). Ausgezogen: 600 Kerne von drei verschiedenen Hungertieren als Ausgangszustand bei Versuchsbeginn; gestrichelt: 200 Kerne 11 Stunden nach der Wiederaufnahme von Futter. Als Folge der funktionellen Inanspruchnahme der Zellen ist eine Verschiebung der häufigsten Kerngröße von 80 auf 160 cbμ eingetreten. Die nach der bisher üblichen Art vorgenommene Unterteilung in Klassen von je 20 cbμ Umfang führt zur Plateaubildung in der Kurve der Kernvolumina gefütterter Tiere, wodurch ein sicherer Vergleich des prozentualen Kernanteiles in den Klassen der größten Häufung unmöglich wird.

Es wurde schon erwähnt, daß sich neben der erleichterten direkten Vergleichsmöglichkeit ein Vorteil der neuen Berechnungsart für die Wiedergabe der Kurven besonders dann ergibt, wenn die Streuungsbreite einer Reihe sehr groß ist. Das soll an Hand einiger hier erstmals veröffentlichter Zahlenreihen der Kerngröße von

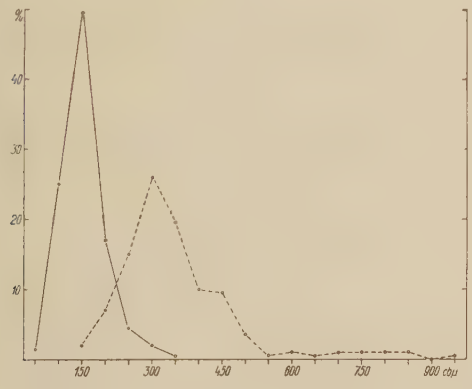
riebmuskulatur und Reizleitungssystem aus dem erzen des Kalbes belegt werden. Die Regelklasse der riebmuskulatur liegt bei 150 cbμ, die des Reizleiıngssystems bei 300 cbμ. Der Anteil der Kerne in er Gipfelklasse erreicht — nach der alten Methode nd bei Zusammenfassung zu 50er-Klassen berechnet —



bb. 4. Dieselben Zahlenreihen wie in Abb. 3 in der neuen Gliedeıng auf Grund logarithmischer Klasseneinteilung und bei regeläßiger Zunahme des Klassenumfanges. Beide Untersuchungsihen erweisen sich als außerordentlich ähnlich, sie sind nur um den bstand einer Regelklasse gegeneinander verschoben. Der relative nteil in den Klassen der größten Häufung ist praktisch gleich. u beachten ist auch, wie viel deutlicher als in Abb. 3 im absteigenn Schenkel der Kerngrößenkurve von Hungertieren die Mittelklasse zwischen 80 und 160 cbμ hervortritt.

ei der Triebmuskulatur fast 50%, im Reizleitungsystem dagegen nur 26% (Abb. 5). Im Reizleitungsystem kommen außerdem größere Kerne bis gegen 00 cbμ ziemlich häufig und darüber hinaus noch verinzelte bis auf 1550 cbμ Volumen vor; sie konnten, a es sich um Streuwerte handelt, bei der bisherigen inteilungsweise graphisch nicht gut verarbeitet werıen, denn die Kurve hätte zwischen diesen Einzelahlen jeweils auf lange Strecke hin auf der Nullinie geführt werden müssen.

Nach der neuen Berechnungsart gegliedert, zeigen ieselben Zahlenreihen (Abb. 6), daß in Wirklichkeit



bb. 5. Verteilung der Volumina von je 200 Kernen der Triebuskulatur (ausgezogen) und des Reizleitungssystems (gestrichelt) us dem Herzen eines Kalbes. Fixation: Formalin-Sublimat-Eisessig, araffineinbettung. Regelklassen sind 150 und 300 cbμ. Bei der bisıer üblichen Einteilung erscheint der relative Anteil der Kerne am rte der größten Häufung beim Reizleitungssystem nur halb so roß wie in der Triebmuskulatur. Streuwerte bis 1550 cbμ können us technischen Gründen in der graphischen Darstellung nicht berücksichtigt werden.

der relative Anteil der Kerne an den Gipfelklassen in beiden Untersuchungsreihen nur unbedeutend differiert, daß überhaupt eine sehr ähnliche Kerngrößenverteilung vorliegt. Außerdem ermöglicht die aus den logarithmischen Beziehungen abgeleitete Einteilung eine auch bei graphischer Wiedergabe genügend deutliche Berücksichtigung aller Kerne einschließlich der Streuwerte.

Endlich soll an einem letzten Beispiel noch dargetan werden, daß die hier neu entwickelte Art der Gliederung von Kerngrößenreihen auch der von Jacobj gewählten Einteilung überlegen ist. Jacobj berechnet, wie oben dargelegt wurde, die Kerngrößen als Kugeln und ordnet sein Material in Klassen, die sich um je ½μ Durchmesserdifferenz voneinander unterscheiden. Ich benutzte diese Einteilung früher einmal, um Werte zu erhalten, die mit Jacobjs Ergebnissen vergleichbar sind. Dazu habe ich für die ovalen Kerne aus dem menschlichen Plazentarsynzytium zunächst

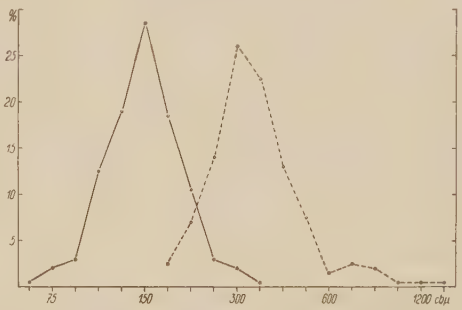


Abb. 6. Die in Abb. 5 wiedergegebenen Zahlenreihen bei Gliederung nach der neuen logarithmischen Einteilung und bei regelmäßig ansteigendem Klassenumfang. Der prozentuale Anteil der Kerne an den Klassen der größten Häufung erweist sich in beiden Untersuchungsreihen als fast gleich. Auch die Streuwerte können ohne Schwierigkeit graphisch dargestellt werden.

die Volumenwerte berechnet und diese dann in Klassen geordnet, die Kugeln von je ½μ Durchmesserdifferenz entsprechen. Die 1936 publizierte graphische Darstellung dieser Untersuchungsreihen, in der es auf den Vergleich der Kerngrößen verschieden alter Plazentationsphasen ankam, ist in der Abb. 7 wiedergegeben. Wesentlich war, daß in dieser Studie eine Abnahme der Kerngröße mit zunehmendem Alter der Plazenta nachgewiesen werden konnte, die sich auf rhythmische Halbierungsteilungen zurückführen läßt.

Nach der neuen Berechnungsart gegliedert findet man dieselben Zahlenreihen in Abb. 8 graphisch dargestellt. Regelklassen sind 32½, 65 und 130 cbμ. Aus dem Vergleich der Abb. 7 und 8 ist leicht zu ersehen, daß Einzelheiten der Verteilung bei der neuen Berechnungsart viel deutlicher werden. Die Gipfelhöhen der einzelnen Kurven weichen nicht mehr so stark voneinander ab wie in der Abb. 7; in der Kurve der Kerngrößenverteilung des Synzytiums einer reifen Plazenta (ausgezogene Linie) ist der relative Anteil der verschiedenen Regelklassen bei 32½ und 65 cbμ viel mehr differenziert, auch ein kleiner Gipfel bei

130 cbμ ist — ohne Sonderzählung großer Kerne — deutlich geworden. Endlich ist abweichend von der früheren Auswertung dieser Zahlenreihen hier noch hervorzuheben, daß die Kerne im Synzytium einer 6 Wochen alten Plazenta (punktierte Linie) mit ihren Gipfelwerten nicht in die Regelklassen, sondern ge-

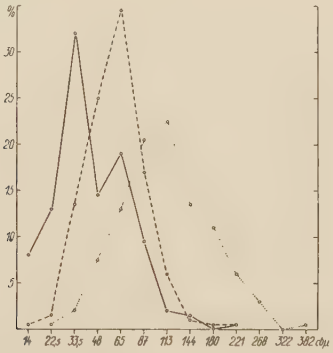


Abb. 7. Drei Variationsreihen der Volumina von je 200 Kernen des menschlichen Plazentarsynzytiums. Fixation nach Zenker, Paraffineinbettung. Punktiert: Chorionzotten der 6. Woche; gestrichelt: Plazenta aus dem 6. Monat; ausgezogen: Plazenta vom normalen Geburtstermin (alte Darstellungsweise aus Hintzsche, 1936, Abb. 1). Umrechnung der Kernvolumina auf Kugeln von je ½μ Durchmesserdifferenz (14 cbμ Volumen = 3μ Durchmesser, 382 cbμ Volumen = 9μ Durchmesser). Der Klassenumfang ist bei dieser Einteilungsart am unteren Ende der Reihe relativ viel größer als am oberen, die Kurven werden dadurch verzerrt und sind wenig differenziert. Die Lage der Regelklassen ist nicht überall genau erkennbar.

rade mitten zwischen je zwei solche fallen: als erster Gipfel tritt die Mitte zwischen den Klassen K ¼ (32½ cbμ) und K ½ (65 cbμ) heraus, der Hauptgipfel der Reihe fällt mitten zwischen K ½ (65 cbμ) und K 1 (130 cbμ), selbst die Mitte zwischen K 1 (130 cbμ) und K 2 (260 cbμ) tritt noch als ein deutlicher Knick im abfallenden Schenkel der punktierten Kurve hervor; alle diese Besonderheiten sind bei der Einteilung nach Kugelvolumina von je ½ μ Durchmesserdifferenz nicht oder nur angedeutet erkennbar gewesen.

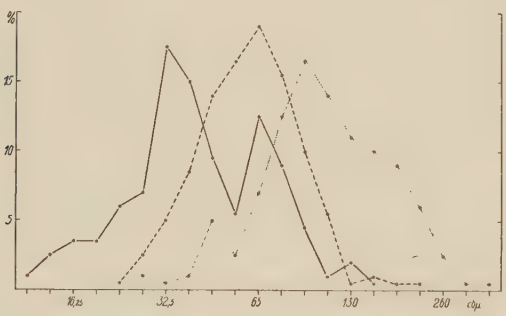


Abb. 8. Die in Abb. 7 wiedergegebenen Zahlenreihen bei Gliederung nach der neuen logarithmischen Einteilung und bei regelmäßiger Zunahme des Klassenumfanges. Die Regelklassen (32½, 65 und 130 cbμ) sind klar erkennbar, die einzelnen Kurven sind in ihren verschiedenen Abschnitten viel besser differenziert als in Abb. 7 (z. B. der Doppelgipfel in der Variationsreihe vom reifen Plazentarsynzytium). Die Mittelklassen (Mitte zwischen je zwei Regelklassen) sind in der Kurve der Kerngrößen vom 6 Wochen alten Chorion klar herausgehoben, was bei der alten Darstellungsweise (Abb. 7) teils gar nicht, teils nur schwach angedeutet erkennbar ist.

Auf die biologische Bedeutung des Mittelwertes zwischen je zwei Regelklassen soll in dieser Mitteilung nicht eingegangen werden, da deren Zweck mehr darauf gerichtet ist, eine Verbesserung der Auswertungs- und Darstellungsmethodik auf dem Gebiete der Kerngrößenforschung anzuregen. Hervorgehoben sei nur noch einmal, daß mehrfach auf diesen Mittelwert zwischen je zwei Regelklassen hingewiesen werden konnte; damit ist dargetan, daß die neue Einteilungsart der Kernvolumenwerte geeignet ist, auch Besonderheiten von deren Verteilung klar hervortreten zu lassen.

Im Vergleich zu dem Zeitaufwand, den Zeichnung, Ausmessung und Volumenbestimmung der Kerne erfordern, ist die zusätzliche Berechnung der in gleicher Proportion steigenden Klassengrößen eine ganz unbedeutende Mehrarbeit, zumal sie ja nur für den Abstand zwischen je zwei Regelklassen ausgeführt zu werden braucht; die niedrigeren Klassenwerte der ganzen Reihe können durch fortgesetzte Halbierung, die höheren durch Verdoppelung der einmal berechneten Zahlen leicht ermittelt werden.

Da das verschiedene Volumen der Kerne Ausdruck eines rhythmisch ablaufenden inneren Wachstumsvorganges ist, ist es überflüssig, die sonst zur Beurteilung von Variationsreihen notwendigen Berechnungen der Dispersion und der Fehlerkurve durchzuführen. Sie würden nur bestätigen, daß die Variabilität der Kerngröße nicht nach den Zufallsregeln streut, was schon aus der Betrachtung der Kurven selbst klar zu erkennen ist.

Zitierte Literatur

Baltzer, F., Verhdlg. Schweiz. Naturf. Ges. 103. Verslg. Bern, (1922). — Hertwig, G., Arch. mikr. Anat. *81* (1913). — Hertwig, O., Arch. mikr. Anat. *82*, II. Abt. (1913). — Hintzsche, E., Zschr. mikr. anat. Forschg. *39* (1936). — Hintzsche, E., und E. Tanner, Zschr. mikr. anat. Forschg. *42* (1937). — Jacobj, W., Arch. f. Entw.mech. *106* (1925); Zschr. mikr. anat. Forschg. *38* (1935); Arch. f. Entw.mech. *141* (1942).

Statistical problems in researches on the size of nuclei

Summary

The size of nuclei can only be investigated in considering the volume calculated from measured diameters. Two rules as first established by Jacobj are pecularly interesting:

1. In every kind of organ or tissue the volumes of nuclei are regularly distributed in such a manner, that a great part of them is accumulated in one class of size, specific for this organ or tissue. Sometimes accumulations in several classes of the proportion 1:2:4:8 are encountered.

2. The nuclei grow by doubling their volume.

The statistical methods used until now in researches on the size of nuclei are not satisfactory for comparison of results from different investigations. It is therefore proposed to employ a logarithmical classification in researches on the volumes of nuclei; the arguments for this method and its usefulness are demonstrated by diagrams of samples calculated in the old and new manner.

Alkaloidbildung in der Pflanzenwurzel

Von F. Blank, Basel

Die organische Chemie hat in den letzten Jahrzehnten außerordentliche Fortschritte in der Konstitutionsaufklärung der sogenannten sekundären Pflanzenstoffe (Alkaloide, Farbstoffe, Terpene usw.) aufzuweisen. Die Mehrzahl dieser Substanzen, die das Pflanzenreich in solch' verschwenderischer Mannigfaltigkeit hervorbringt, sind heute chemisch genau umschriebene Verbindungen. Die Prozesse, die in der Pflanze zur Bildung der sekundären Pflanzenstoffe führen, sind dagegen nur äußerst lückenhaft aufgeklärt. Das Fehlen entsprechender Bestimmungsmethoden und andere methodische Schwierigkeiten verzögern die Erforschung dieser wichtigen Stoffwechselvorgänge in der Pflanze.

Die bisher bekanntgewordenen pflanzenphysiologischen Untersuchungen über die sekundären Pflanzenstoffe beschäftigen sich fast ausschließlich mit Fragen, wie eine günstige Beeinflussung der Produktion von Alkaloiden, Farb- und Gerbstoffen usw. durch Züchtung, Düngung und andere Kulturmaßnahmen bezwecken. Die Frage nach der Stätte, wo die sekundären Pflanzenstoffe gebildet werden, tritt gegenüber der Frage, wo die Alkaloide, Terpene usw. abgelagert und bei der Aufbereitung des Pflanzenmaterials zugänglich werden, fast ganz in den Hintergrund. Die Lehrbücher der Pflanzenphysiologie, die den Stoffwechsel der sekundären Pflanzenstoffe meistens recht stiefmütterlich behandeln, verzeichnen oft die grünen Blätter als alleinige Bildungsstätten der Alkaloide, Anthocyane, Gerbstoffe, Terpene usw.

Strasburger[1] versuchte schon 1885, durch Pfropfen von Bilsenkraut *(Hyoscyamus niger)* auf Kartoffeln *(Solanum tuberosum)* Einblick in den Stoffwechsel der Mydriasis bewirkenden Solanaceenalkaloide zu gewinnen. Die Ergebnisse seiner Versuche blieben aber nicht unwidersprochen. Lindemuth[2], Meyer und Schmidt[3] und Javillier[4] stellten Nachprüfungen mit Pfropfungen aus Tabak *(Nicotiana Tabacum)*, Stechapfel *(Datura Stramonium)*, Tollkirsche *(Atropa Belladonna)* oder Bilsenkraut *(Hyoscyamus niger)* als Pfropfreis und Kartoffel *(Solanum tuberosum)* als Unterlage an. Im Gegensatz zu Strasburger konnten sie weder Nicotin noch Hyoscyamin oder Atropin in den Knollen der zuletzt genannten Pflanze nachweisen. Übereinstimmend lehnten alle Autoren die von Strasburger angenommene Alkaloidwanderung vom Pfropfreis in die Knollen der Unterlage ab.

Glücklicherweise begnügten sich diese Forscher nicht mit jener negativen Feststellung. Sie gingen in weiteren Versuchen dem Schicksal der Pflanzenbasen nach. Laurent[1] pfropfte Tomaten *(Solanum Lycopersicum)*, die keine Mydriatika enthalten, auf Tollkirsche und in weiteren Versuchen auch auf Tabak. Er fand dann in einem Pfropfpartner (Tomate) Substanzen, die in der Regel in dem anderen gebildet werden. Bald darauf konnte Javillier[2] in Früchten von Tomaten, die auf Tollkirsche gepfropft waren, Atropin mit chemischen und physiologischen Methoden nachweisen.

Meyer und Schmidt[3] haben nicht nur die bis 1910 vorliegenden Literaturangaben kritisch durchgesehen, sondern auch durch die zu jener Zeit noch selten gepflegte Zusammenarbeit zwischen zwei verschiedenen Disziplinen (Botanik und Chemie) entscheidend dazu beigetragen, daß sich die späteren Untersuchungen über den Stoffwechsel der Solanaceenalkaloide wenigstens in einer Richtung so fruchtbar gestalteten. Durch Kombination von histo- und makrochemischen Untersuchungsmethoden konnten sie nämlich zum ersten Male zweifelsfrei nachweisen, daß nicht nur Kohlehydrate, sondern auch Alkaloide durch Pfropfstellen von einem Pfropfpartner in den anderen wandern können. Dieser Befund war keineswegs selbstverständlich, hatte doch einige Jahre vorher Guignard[4] für die Blausäureglycoside bei verschiedenen Versuchspflanzen das Gegenteil festgestellt. In der gleichen Arbeit haben Meyer und Schmidt bereits erkannt und deutlich ausgesprochen, daß die Pfropfreiser von *Nicotiana Tabacum* auf *Nicotiana affinis* oder *Solanum tuberosum* «unter dem Einfluß der Unterlage ärmer an Alkaloiden werden».

Weitere Untersuchungen, mittels Pfropfungen den Stoffwechsel der Pflanzen zu verfolgen, wurden vor allem von L. Daniel und seinen Mitarbeitern an der Universität Rennes durchgeführt[5]. Die Wanderung und die Bildung der Solanaceenalkaloide (außer Solanin) beanspruchten dabei das besondere Interesse dieser Autoren. Die Einführung der doppelten Pfropfung brachte einen methodisch wichtigen Fortschritt: zwischen Oberreis und Unterlage wurde noch ein Zwischenreis eingeschaltet (Fig. 1). Waren zum Beispiel Unterlage und Oberreis *Solanum Lycopersicum* und das Zwischenreis *Atropa Belladonna*, dann blieb in diesem Falle das Zwischenreis, die Tollkirsche, alkaloidfrei[6].

Im letzten Jahrzehnt sind nun eine ganze Reihe von Versuchen bekanntgeworden, die die wichtige Rolle des unterirdischen Organsystems für die Bildung der Alkaloide in der Pflanze dartun. Hasegawa[7] konnte zeigen, daß im Tabakreis, auf andere Solanaceen ge-

[1] E. Strasburger, Ber. dt. bot. Ges. *3*, XXXIV (1885).
[2] H. Lindemuth, Ber. dt. bot. Ges. *24*, 428 (1906).
[3] A. Meyer und E. Schmidt, Ber. dt. bot. Ges. *25*, 131 (1907).
[4] M. Javillier, Ann. Inst. Pasteur *24*, 569 (1910).

[1] Ch. Laurent, Thèse Fac. Sci., Paris (1908).
[2] M. Javillier, Ann. Inst. Pasteur *24*, 569 (1910).
[3] A. Meyer und E. Schmidt, Flora, Jena *100*, 317 (1910).
[4] L. Guignard, Ann. Sci. nat., Bot., 9e sér., *6*, 261 (1907).
[5] L. Daniel, C. R. Acad. Sci., Paris *175*, 984 (1922).
[6] L. Daniel und J. Ripert, C. R. Acad. Sci., Paris *177*, 894 (1923).
[7] H. Hasegawa, Bot. Mag., Tokyo *51*, 306 (1937).

pfropft, das Nicotin nach 44 Tagen verschwunden ist. Der Nicotingehalt in auf Tabak gepfropften Tomaten nahm hingegen dauernd zu und betrug nach 210 Tagen

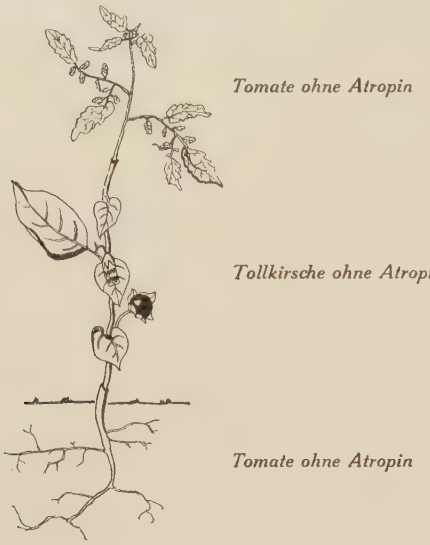


Fig. 1.

1,9 %. Shmuck und Mitarbeiter untersuchten besonders eingehend die Bildung und Wanderung des Nicotins in der Tabakpflanze[1]. In allen Versuchen wurde das Nicotin isoliert und als Pikrat quantitativ bestimmt.

Tabelle 1

Solanum nigrum auf *Nicotiana Tabacum*

Gesamtalkaloide in %	Nictoin in %	Schmelzpunkt des Nicotinpikrates
Pfropfreis (S. nigrum)		
a) Blätter der Unterlage nicht entfernt		
1,06	1,09	215–216°
0,80	0,79	216–217°
0,98	0,95	216–217°
b) Blätter der Unterlage entfernt		
0,27	0,21	216–217°
0,41	0,39	216–217°
0,31	0,31	217°
Unterlage (N. Tabacum) Blätter		
—	—	217°
—	0,87	216°
—	0,87	218°

Wie aus den vorstehenden Zahlen ersichtlich ist, wurde in den sonst nicotinfreien Blättern des Nachtschattens *(S. nigrum)*, auf *N. Tabacum* gepfropft, Nicotin gefunden, und zwar manchmal mehr als in den Blättern der Unterlage *(N. Tabacum)* enthalten war. Selbst wenn die Blätter der Unterlage entfernt wurden und aus ihnen kein Nicotin in das Pfropfreis wandern konnte, enthielt letzteres noch beträchtliche Mengen des Hauptalkaloides der Tabakpflanze.

Aus diesen Versuchen ging bereits deutlich hervor, daß die Blätter keine Hauptrolle bei der Synthese des Nicotins in der Pflanze spielen; hingegen wiesen sie deutlich auf die Wichtigkeit des unterirdischen Organsystems für die Alkaloidbildung hin.

Ganz ähnliche Ergebnisse lieferten die Untersuchungen der Pfropfungen von Tomaten *(S. Lycopersicum)* auf Tabak *(N. Tabacum* und *N. rustica)*.

Tabelle 2

Solanum Lycopersicum auf *Nicotiana Tabacum* und *N. rustica*

Nicotin in % Blatt	Nicotin in % Frucht	Schmelzpunkt des Pikrates
Pfropfreis (S. Lycopersicum)		
a) Blätter der Unterlage nicht entfernt		
0,52	0,04	216–217°
0,80	0,03	216–217°
b) Blätter der Unterlage entfernt		
0,72	—	—
0,56	—	216°
Unterlage (N. Tabacum) Blätter		
0,89	—	217°
Pfropfreis (S. Lycopersicum)		
a) Blätter der Unterlage nicht entfernt		
0,36	0,017	216°
0,30	—	217°
b) Blätter der Unterlage entfernt		
0,23	—	217°
Unterlage (N. rustica) Blätter		
0,84	—	216°

Noch höhere Nicotingehalte (bis 2,2 %) konnten die gleichen Autoren in *Datura Stramonium*, auf *N. Tabacum* gepfropft, feststellen.

Wurden dagegen Tabak als Pfropfreis und Nachtschatten, Tomate und Stechapfel als Unterlagen benutzt, so verschwand das Nicotin gänzlich aus den Pfropfungen.

Shmuck und Mitarbeiter stehen mit ihren Versuchsergebnissen nicht allein. Eine Anzahl anderer Autoren haben zum Teil mit anderen Pflanzen ähnliche Resultate erhalten. Es seien hier nur einige erwähnt: Dawson[1]

[1] A. Shmuck, A. Smirnov und G. Ilyin, C. R. Acad. Sci. U.R.S.S., N. S. *33*, 365 (1941).

[1] R. F. Dawson, Amer. J. Bot. *29*, 66 (1942).

der mit Tabak- und Tomatenpfropfungen arbeitete, Moshkov und Smirnova[1], die süße und bittere Lupinen aufeinanderpfropften, Cromwell[2], dem *Atropa Belladonna* und *Datura Stramonium* als Versuchspflanzen dienten, und Hieke[3], der sich vorwiegend mit dem Stoffwechsel des Nicotins in der Tabakpflanze beschäftigte.

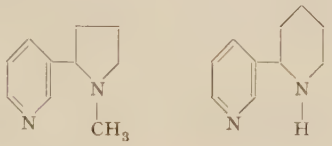
Nicht nur die Pfropfversuche machten auf die Bedeutung des unterirdischen Organsystems für den Stoffwechsel der Alkaloide in der Pflanze aufmerksam. Morphologische und histochemische Untersuchungen wiesen ebenfalls in diese Richtung. Die Bildung des Hordenins, des N-Dimethylderivates des Tyramins, vollzieht sich in der keimenden Gerste ausschließlich in der Wurzel, wie wir aus der schönen Studie von Y. Raoul[4] wissen. Nach Klein und Bartosch[5] führt *Mahonia Aquifolium* das Berberin überall in der Wurzel, in Stamm und Blätter finden sich nur Spuren. Auch in *Berberis vulgaris* ist die Verteilung dieses Alkaloids die gleiche, wie auch aus den Beobachtungen von Cromwell[6] hervorgeht. Chaze[7] konnte Nicotin schon am Vegetationspunkt eines nur 3 mm langen Würzelchens von Tabakkeimlingen nachweisen. Eine histochemische Untersuchung bei *Atropa Belladonna* ergab eine Anhäufung des Hyoscyamins in den Wurzeln[8], was von Cromwell[9] auf das Vorhandensein eines für die Bildung des Alkaloids notwendigen Enzyms in diesem Organ zurückgeführt wurde.

Der Einfluß, den das unterirdische Organsystem auf die Alkaloidbildung der Pflanzen in den oben beschriebenen Fällen ausübt, kann nicht mehr bestritten werden. Es erhebt sich daher die Frage, welche Rolle die unterirdischen Pflanzenteile im Stoffwechsel dieser sekundären Pflanzenstoffe spielen. Man kann vor allem zwei Möglichkeiten ins Auge fassen:

1. Die Alkaloide werden in der Wurzel gebildet und wandern mit dem aufsteigenden Saftstrom in Blätter, Blüten, Samen und Früchte.

2. Die Wurzel bildet nur Vorstufen der Alkaloide, die in die oberirdischen Organe (Blätter) wandern und dort durch einen noch unaufgeklärten Stoffwechselvorgang in Alkaloide umgewandelt werden.

Pfropfversuche von Shmuck, Kostoff und Borozdina[10] mit *Nicotiana Tabacum* und *N. glauca* vermögen auch hier einen Einblick in die noch nicht restlos aufgeklärten Stoffwechselprozesse zu geben. *Nicotiana Tabacum* produziert bekanntlich Nicotin (I) als Hauptalkaloid. Das chemisch nahe verwandte Anabasin (II), bei dem der N-Methylpyrrolidinring des Nicotins durch einen Piperidinring ersetzt ist, findet sich nur in geringen Mengen unter den Nebenalkaloiden. *N. glauca* enthält dagegen kein Nicotin, bildet dagegen Anabasin als Hauptalkaloid.

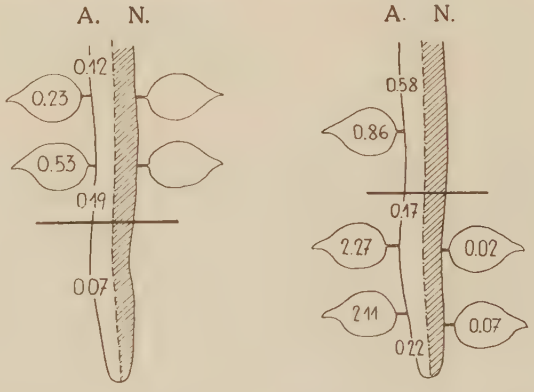


I II

Tabelle 3

Nicotiana Tabacum auf *N. glauca*

	Anabasin	Nicotin
	in %	
a) Blätter der Unterlage entfernt		
Unterlage (N. glauca)		
Stengel	0,07	Spuren
Pfropfreis (N. Tabacum)		
Stengel, unterer Teil . . .	0,19	nichts
Stengel, oberer Teil . . .	0,12	—
Blätter, untere	0,53	—
Blätter, obere	0,23	—
b) Blätter der Unterlage nicht entfernt		
Unterlage (N. glauca)		
Stengel, unterer Teil . . .	0,22	Spuren
Stengel, oberer Teil . . .	0,17	—
Blätter, obere	2,27	0,02
Blätter, untere	2,11	0,07
Pfropfreis (N. Tabacum)		
Stengel	0,58	nichts
Blätter	0,86	—



Unter dem Einfluß der Unterlage, *N. glauca*, verloren also Organe von *N. Tabacum* ihre typische Fähigkeit, Nicotin zu speichern. Sie enthielten nur noch Anabasin, das Alkaloid der Unterlage, das vor der Pfropfung nur in äußerst geringen Mengen in ihnen vorhanden war. Es ist auffallend, daß die Blätter des Reises mehr Ana-

[1] B. S. Moshkov und M. J. Smirnova, C. R. Acad. Sci. U.R.S.S., N. S. *24*, 88 (1939).
[2] B. T. Cromwell, Biochem. J. *37*, 717 (1943).
[3] K. Hieke, Planta *33*, 185 (1942/43).
[4] Y. Raoul, Thèse Fac. Sci., Paris (1936).
[5] G. Klein und H. Bartosch, Öst. bot. Z. *77*, 1 (1928).
[6] B. T. Cromwell, Biochem. J. *27*, 860 (1933).
[7] J. Chaze, Thèse Fac. Sci., Paris (1932).
[8] B. T. Cromwell, Biochem. J. *31*, 551 (1937).
[9] B. T. Cromwell, Biochem. J. *37*, 722 (1943).
[10] A. Shmuck, D. Kostoff und A. Borozdina, C. R. Acad. Sci. U.R.S.S., N. S. *25*, 477 (1939).

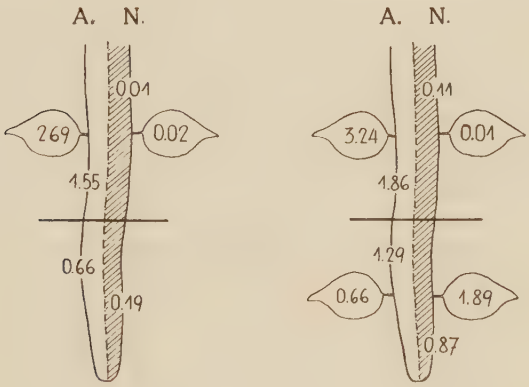
basin enthielten als der Stengel, eine Tatsache, die von den russischen Forschern auf die Bildung dieses Alkaloids in den Blättern zurückgeführt wird; doch müßte eine Speicherung von Anabasin in den Blättern ebenfalls in Erwägung gezogen werden.

Wurden die Pfropfversuche in umgekehrter Reihenfolge durchgeführt, dann ergaben sich folgende Resultate:

Tabelle 4

Nicotiana glauca auf *N. Tabacum*

	Anabasin in %	Nicotin in %
a) Blätter der Unterlage entfernt		
Unterlage (N. Tabacum)		
Stengel	0,66	0,19
Pfropfreis (N. glauca)		
Stengel	1,55	0,01
Blätter	2,69	0,02
b) Blätter der Unterlage nicht entfernt		
Unterlage (N. Tabacum)		
Stengel	1,29	0,87
Blätter	0,66	1,89
Pfropfreis (N. glauca)		
Stengel	1,86	0,11
Blätter	3,24	0,01



Auch in diesem Falle ergab sich eine starke gegenseitige Beeinflussung von Unterlage und Pfropfreis. Die Versuchsergebnisse sind aber weniger eindeutig ausgefallen als bei den Versuchen mit *N. glauca* als Unterlage.

Immerhin glauben die Autoren, folgende Schlüsse aus diesen Untersuchungen ziehen zu können:

1. Die gepfropften Pflanzen bilden mehr Alkaloide als die Kontrollpflanzen.

2. In Pfropfungen mit *N. glauca* als Unterlage oder Reis herrscht in *N. Tabacum* weitgehend Anabasinbildung vor.

[Es sei hier darauf hingewiesen, daß nach Žukov[1] Kreuzungsbastarde aus *N. rustica* und *N. glauca* in der ersten Filialgeneration *nur* Anabasin bilden; in der zweiten Filialgeneration findet eine Aufspaltung statt.]

3. Die völlige Verdrängung des Nicotins durch Anabasin in Pfropfungen von *N. Tabacum* auf *N. glauca* beruht nicht auf der Wanderung von Anabasin aus der Unterlage in das Pfropfreis; sie ist vielmehr durch die völlige Änderung des Alkaloidstoffwechsels des Pfropfreises unter dem Einfluß der Unterlage bedingt.

Kerkis und Pigulevskaya[1] gelangten zu gleichen Schlußfolgerungen wie Shmuck und Mitarbeiter. Sie arbeiteten mit Pfropfungen aus *Solanum Lycopersicum* und *Atropa Belladonna*.

Die Auffassungen von Shmuck und Mitarbeitern und der letzteren Autoren stehen im Gegensatz zu denen von Mothes und Hieke[2] und Cromwell[3], die im Blutungssaft verschiedener Unterlagen (Tabak, Tollkirsche und Stechapfel) die entsprechenden Alkaloide fanden und daraus auf die Bildung der Alkaloide in der Wurzel schlossen. Diese sich zum Teil widersprechenden Versuchsergebnisse können vielleicht darauf hindeuten, daß sich die einzelnen Pflanzen in den Pfropfungen je nach Propfpartner verschieden verhalten. Andererseits erscheint es nicht ausgeschlossen, daß in den unterirdischen Organen die Bildung der Alkaloide und ihrer Vorstufen gleichzeitig erfolgt, beide in oberirdische Organe wandern, worauf die Vorstufen in die entsprechenden Alkaloide umgewandelt werden. Ein Entscheid, welchen Weg die Pflanze beschreitet, kann sicherlich nur im Einzelfalle nach ausgedehnteren Untersuchungen getroffen werden.

In allen Untersuchungen wird von den unterirdischen Pflanzenorganen als der Wurzel schlechthin gesprochen. Vom morphologischen Standpunkt ist die Bezeichnung nicht exakt. Je nach Pflanzenart wird auch das Hypokotyl, das Organ mit Übergangsstruktur zwischen Wurzel und Stengel, zum unterirdischen Pflanzenteil. Das Hypokotyl besitzt aber, vom histologischen, onto- und phylogenetischen Standpunkt aus betrachtet[4], ausgeprägte Besonderheiten. Es würde deshalb keine Überraschung bedeuten, wenn sich bei genauerer morphologischer Betrachtung ergeben sollte, daß das Hypokotyl auch in physiologischer Hinsicht, besonders bei der hier behandelten Bildung der Alkaloide oder ihrer Vorstufen, eine Sonderstellung einnehmen würde.

Die experimentelle Erforschung des Stoffwechsels der Alkaloide hat durch die gleichzeitige Beachtung morphologischer und physiologischer Gesichtspunkte wichtige Fortschritte gemacht. Diese bis anhin oft vernachlässigte Kombination wird auch bei der pflanzenphysiologischen Untersuchung der anderen sekundären Pflanzenstoffe nicht ohne Erfolg bleiben, zumal bekannt

[1] N. I. Žukov, C. R. Acad. Sci. U.R.S.S., N. S. *22*, 116 (1939).

[1] J. J. Kerkis und N. N. Pigulevskaya, C. R. Acad. Sci. U.R.S.S., N. S. *32*, 505 (1941).

[2] K. Mothes und K. Hieke, Naturwissenschaften *31*, 17 (1943).

[3] B. T. Cromwell, Biochem. J. *37*, 717 (1943).

[4] F. Blank, Ber. schweiz. bot. Ges. *49*, 437 (1939). — Chronica botanica *6*, 101 (1940).

ist, daß unter anderem auch Anthocyane[1] in der Wurzel einer Anzahl Pflanzen gebildet werden. Vielleicht kann dieser kombinierte Weg sogar einmal mehr Licht in den noch unabgeklärten Stoffwechsel dieser Verbindungen bringen.

Alkaloid formation in roots

Summary

Graftings between alkaloid-producing and non-alkaloid plants of the *Solanaceae* family have indicated the importance of the root and other subterraneous plant organs for the formation of alkaloids. If, for example, black nightshade *(Solanum nigrum)* is grafted on tobacco *(Nicotiana Tabacum)*, the otherwise non-nicotinous scions of *Solanum nigrum* contain considerable quantities of nicotine. If on the other hand the black nightshade is used as stock and the tobacco as scion, the nicotine completely disappears from the graftings. Similar results have been obtained from experiments with tomatoes *(Solanum Lycopersicum)* on one hand and thorn-apples *(Datura Stramonium)* and deadly nightshades *(Atropa Belladonna)* on the other.

Morphological and histochemical investigations have likewise drawn attention to the subterraneous plant organs as centres of alkaloid formation. In this way hordenine is formed and stored only in the roots of *Hordeum murinum*, and berberine is to be found almost exclusively in the roots of *Mahonia Aquifolium*.

Graftings which are carried out with *Nicotiana Tabacum*, which contains nicotine, and with *Nicotiana glauca*, which contains anabasine, have demonstrated the pronounced reciprocal influence of the alkaloid metabolism of scion and stock. These results are, however, not so conclusive as those obtained from graftings of non-alkaloid and alkaloid-producing scions or stocks. Nevertheless the following conclusions can be drawn from these investigations:

1. The grafted plants form more alkaloids than the test plants.
2. In grafted *Nicotiana glauca* anabasine formation strongly prevails.
3. The total replacement of the nicotine by anabasine in grafts of *Nicotiana Tabacum* on *Nicotiana glauca* is not based on the migration of the anabasine from the stock in the scion; it is due to the complete modification in the alkaloid metabolism of the scion under the influence of the stock.

A final decision whether the plants in question form the corresponding alkaloids or their precursors, or indeed both, in their subterraneous organs, can at present not yet be given. The investigation of these questions will also clarify in each individual case the migration of these alkaloids. Further experiments are here required, as it appears that the various plants react differently in this respect on being grafted. Perhaps it will be possible to throw light on this question by means of other methods.

[1] F. Blank, Bot. Review, New York (im Druck).

Vorläufige Mitteilungen - Communications provisoires Comunicati provvisori - Preliminary reports

Für die vorläufigen Mitteilungen ist ausschließlich der Autor verantwortlich. – Les auteurs sont seuls responsables des opinions exprimées dans ces communications. – Per i comunicati provvisori è responsabile solo l'autore. – The Editors do not hold themselves responsible for the opinions expressed by their correspondents.

Magenkrebs beim Wiederkäuer

Beitrag zur Frage des Reizkarzinoms

Versuche, das Zustandekommen maligner Geschwülste zu erklären, kennen wir mehrere. Nach der Auffassung von Cohnheim und Ribbert soll auf Grund einer natürlichen oder auch künstlich vorgenommenen Verlagerung von Gewebszellen, der sog. *Keimausschaltung*, ein Krebs sich entwickeln können.

Welche grundlegende Bedeutung den Entwicklungsvorgängen für die Entstehung der Tumoren beizumessen ist, hat Albrecht gezeigt. *Fehlbildungen* und *Gewebemißbildungen* stellen häufig den Keim dar, aus dem eine bösartige Geschwulst abgeleitet werden kann. Ungeklärt bleibt, was eigentlich dazu führt, damit das Wachstum dauernd unterhalten bleibt.

Heutzutage stehen zwei Theorien in der Geschwulstforschung im Vordergrund. Einmal die sog. *Infektionstheorie* und zweitens die *Reiztheorie*. Experimentelle Untersuchungen haben sich auch in diesem Gebiete als besonders erfolgreich erwiesen. Wichtig ist dabei, daß ein Tumor immer aus einer Tumorzelle entsteht. Wenn sich eine maligne Geschwulst im Organismus weiter ausbreitet und Ableger, sog. Metastasen, bildet, so läßt sich zeigen, daß diese neuen Herde immer nur durch Verschleppung von Geschwulstzellen zustande kommen. Das trifft auch dann zu, wenn die Tumorbildung z. B. auf eine Infektion zurückgeht.

In wenigen Fällen ist die Neubildung einer Geschwulst auf Lebewesen zurückzuführen. Es wird dabei vermutet, daß Parasiten und Tumorzellen gewissermaßen in einer Symbiose leben oder daß der Parasit ein spezifisches Krebsgift abscheide. Auch wurde angenommen, daß bestimmte Aktivatoren durch Parasiten übertragen werden können oder daß solche Erreger nur gerade die Funktion hätten, ein ultravisibles Virus zu übertragen. Daß Parasiten tatsächlich imstande sind, einen Krebs zu erzeugen, trifft nur für wenige Fälle zu. Kompliziert wurde das Problem der Krebsentstehung durch die verschiedene Auslegung der mikroskopischen Befunde in Krebspräparaten. Fast ausnahmslos haben sich die «Krebserreger» als Täuschungen erwiesen, hervorgerufen durch die mannigfaltigen Degenerationsformen der Tumorzellen, durch Umwandlungen der Kerne und durch das Auftreten von Zelleinschlüssen. Finden sich einmal in einer Geschwulst Parasiten wie Helminthen, Protozoen oder Bakterien, so heißt das noch nicht, daß diesen Lebewesen auch eine ätiologische Bedeutung für die Blastombildung zukomme.

Ein Zusammenhang von Infektion und Geschwulstbildung ist einwandfrei anzunehmen für bestimmte, meist gutartige Hautgeschwülste, die durch ein filtrierbares Virus hervorgerufen werden. Das Epithelioma contagiosum bei den Vögeln gehört in diese Gruppe. Beim Menschen kommt eine bösartige Geschwulst zur Ausbildung durch die Bilharzia-Infektion. Die Eier der Bilharzia haematobia siedeln sich im Dickdarm und in der Harnblase an und bedingen hier einen chronischen Reizzustand der Schleimhaut, so daß im Verlauf mehrerer Monate, meistens erst nach Jahren, eine polypöse Schleimhautwucherung entsteht, die später häufig in einen Krebs übergeht. In Japan kommt ein Leberkrebs zur Beobachtung, der häufig mit der Infektion der Leber durch Distomum japonicum zusammenhängt. Grundlegend für diesen ganzen Fragenkomplex war die Entdeckung von Fibiger, dem es gelang, bei Ratten mit einem Rundwurm, der sich in Schaben (Periplaneta americana) entwickelt, echte Krebse des Magens zu erzeugen. Der krebserzeugende Parasit, die Spiroptera neoplastica, wird den Ratten mit der Nahrung zugeführt. Ein bösartiger Bindegewebstumor vermag sich in der Leber der Ratten zu bilden im Anschluß an die Infektion mit Cysticercus fasciolaris, der Finne von Taenia grassicollis, die im Dünndarm der Katze lebt. Durch Verfütterung von eierhaltigen Faeces von Katzen lassen sich bei bestimmten Rattenstämmen solche Sarkome in der Leber hervorrufen. Daß durch Bakterien echte Geschwülste erzeugt werden, konnte bis jetzt nie erwiesen werden. Bei den übertragbaren Hühnersarkomen liegt eine besondere Krankheitsgruppe vor, die sich dadurch auszeichnet, daß sie durch Berkefeld-infiltrate übertragen werden kann. Sie sind nicht als eigentliche echte Tumoren, sondern als sog. Blastome zu bezeichnen.

Die sog. *Reiztheorie* geht von der Annahme aus, daß äußere Reize eine Geschwulst hervorrufen können. Vielfach ist jedoch der Zusammenhang der wiederholten Schädigung und die Bildung eines Krebses nur ein scheinbarer oder gar nicht sicher zu stellen.

Bekannt ist die Häufung der Lippenkrebse bei Pfeifenrauchern. Die Träger dieses Tumors sollen nach einigen Angaben bis zu 95% Raucher gewesen sein. Eine direkte Reizwirkung durch die Pfeife, teilweise auch durch das Nikotin, ist hier wahrscheinlich. Ob der Krebs des Mundbodens, der in Indien gehäuft auftritt, auf Kauen der Betelnuß zurückgeführt werden kann, ist noch unentschieden. Gleichfalls nicht abgeklärt ist die Reizwirkung heißer Getränke auf das Epithel der Speiseröhre. Beim Speiseröhrenkarzinom, das in Südamerika bei der Bevölkerung, die gewohnt ist, den Matetee sehr heiß zu genießen, vermehrt auftritt, wird ein derartiger Zusammenhang als wahrscheinlich angesehen. In diese Gruppe gehört auch der Krebs der Haut bei Paraffin- und Teerarbeitern und wahrscheinlich das früher in England festgestellte Karzinom der Kaminfeger.

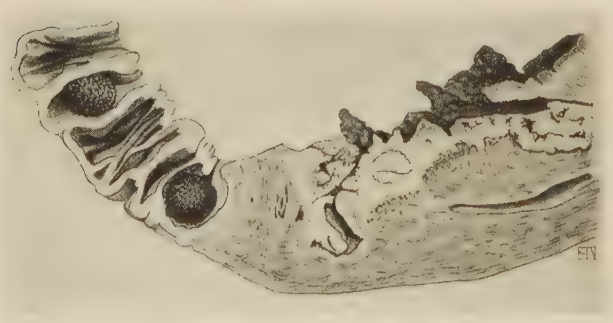


Abb. 1. Schnitt durch Pansenwand mit erhaltenen Alveolen und Konkrementen, daneben Krebsbildung.

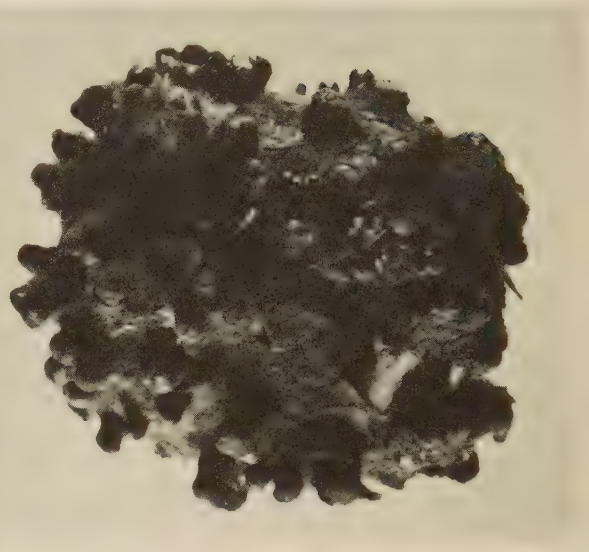


Abb. 2. Konkrement aus Alveole. (Doppelte Vergrößerung)

Beim Pferd wird der Krebs des Mundwinkels auf das Tragen des Gebisses bezogen.

Ein sicherer Zusammenhang zwischen Geschwulstbildung und chronischem Reizzustand ist bei den sog. Narbenkrebsen vorhanden, z. B. in alten Brandnarben oder in Hautverätzungen. Auch der Kangrikrebs der Tibetaner ist ein Reizkarzinom. Tumorauslösend wirken auch Röntgenstrahlen. Bekannt sind die in chemischen Betrieben auftretenden Anilinkrebse. Konkremente der Gallenblase, des Nierenbeckens, der Harnblase können sog. «Steinkrebse» bedingen.

Ein derartiges Reizkarzinom konnte bei einem Tier beobachtet werden, wobei es möglich war, gewissermaßen die verschiedenen Stufen, die zur Ausbildung führten, zu verfolgen.

Bei der Sektion eines Lamas fand sich ein ausgedehnter Krebs des Magens mit multiplen Metastasen (Abb. 1). Im Pansen waren in den Alveolen vielfach kugelige, morgensternartige, harte Steine bis zu Kirschgröße vorhanden, welche die Magenausstülpungen völlig ausfüllten (Abb. 2). Das Epithel der Alveolen war schwielig und wulstartig verdickt. An einer Stelle fand sich eine schwielige Platte von 15:20 cm mit hornartiger Verdickung und Verschwielung der Oberfläche.

Bei der *histologischen Untersuchung* war in einzelnen Alveolen keine epitheliale Auskleidung, nur ein starker Entzündungszustand mit Gewebsregenerationen. In anderen Alveolen war ein polypös in die Ausstülpungen des Magens einwachsendes Granulationsgewebe (Abb. 3). Das Epithel wies auch eine starke Sprossung mit Epithelknospen- und Zapfenbildungen auf. Andere Alveolen waren mit verhornendem Epithel ausgekleidet, bei selbständig in die Tiefe wachsenden Zellzügen. Andere Teile des Magens waren diffus bis an die Serosa von dem Karzinom durchwachsen (Abb. 4).

Epikrise: Die in verschiedenen Alveolen vorhandenen Konkremente haben einen chronischen Reizzustand ausgelöst. Wie in einem Experiment waren verschiedene Stadien nachzuweisen, teils mit Bildung eines entzündlichen Granulationsgewebes, teils mit starker Gewebsproliferation oder mit Epithelatypien bis zur krebsigen Umwandlung mit autochthonem Epithel-

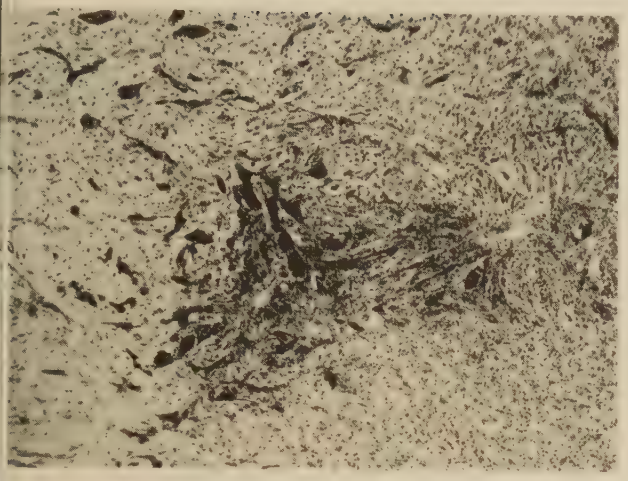


Abb. 3. Granulationsgewebe in Alveole mit Epithelwucherung. (Vergr. 70)

wachstum. In dem gleichen Präparat waren verschiedene Stufen der Entwicklung nebeneinander festzustellen. Daß ein echter Krebs vorlag, ging nicht nur aus dem infiltrierenden Wachstum hervor, sondern auch aus der Metastasenbildung.

Der Grund, der zu der eigenartigen Steinbildung geführt hat, läßt sich nicht mehr feststellen. Ob eine direkte Ausscheidung der Drüsen vorliegt oder ob die Steinbildung mit der Ernährung zusammenhängt, bleibt unentschieden.

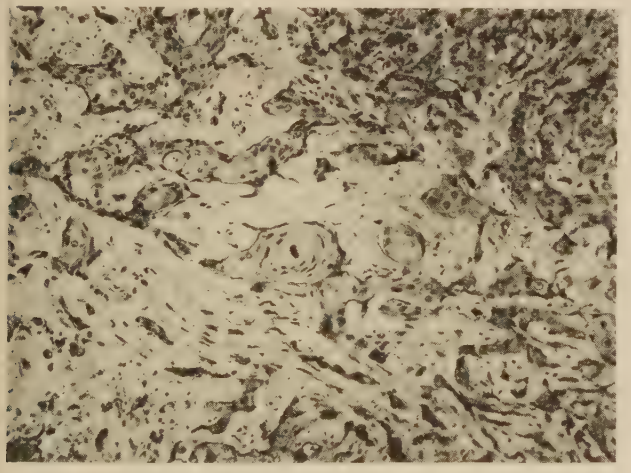


Abb. 4. Typischer Plattenepithelkrebs der Magenwand. (Vergr. 150)

Was die Frage der Geschwulstbildung bei Tieren anbetrifft, so sind gutartige und bösartige Geschwülste bei Haustieren und bei wildlebenden kalt- und warmblütigen Tieren mehrfach schon gefunden worden.

Geschwülste im Magen der *Wiederkäuer* kommen nur selten zur Beobachtung. In den zusammenfassenden Arbeiten über Krankheiten und Geschwülste von Tieren durch Fischer-Wasels und Krause sind nur wenige Beobachtungen erwähnt, die maligne Geschwülste des Magens der Ruminantia betreffen. Es bleibt das auffallend beim Vergleich mit dem häufigen Auftreten des Magenkrebses beim Menschen.

S. Scheidegger

Pathologisches Institut der Universität, Basel, den 5. Juni 1945.

Über algebraische Relationen zwischen unbestimmten Integralen

Bekanntlich sind die Integrale

$$\int \frac{dx}{x}, \qquad \int \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}}$$

keine algebraischen Funktionen von x und müssen daher in die Analysis als neue Transzendente ($\log x$, $\arcsin x$) eingeführt werden. Es ist nun natürlich, zu fragen, inwiefern durch Hinzunahme dieser Integrale die Integrationsmöglichkeiten erweitert werden. Um diese Fragestellung allgemein zu fassen, betrachten wir n Integrale algebraischer Funktionen $p_\nu(x)$:

$$w_\nu = \int p_\nu(x)\, dx\,. \qquad (\nu = 1, \ldots, n)\,. \tag{1}$$

Unter welchen Umständen läßt sich dann ein weiteres Integral

$$w_0 = \int p_0(x)\, dx\,, \tag{2}$$

wo $p_0(x)$ algebraisch in x ist, durch $w_1, w_2, \ldots, w_n$ und algebraische Funktionen von x darstellen?

Dies ist offenbar sicher dann der Fall, wenn

$$p_0(x) = \sum_{\nu=1}^{n} c_\nu\, p_\nu(x) + a'(x)$$

ist, wo c_ν numerische Konstanten sind und $a(x)$ eine algebraische Funktion ist; denn dann ist

$$w_0 = \sum_{\nu=1}^{n} c_\nu w_\nu + a(x) + \text{const}\,. \tag{3}$$

Dies ist aber auch die *einzige Möglichkeit*, neue Integrale auszudrücken. *Denn es gilt der Satz*:

Es sei $F(w_0, w_1, \ldots, w_n;\ x)$ ein nicht identisch verschwindendes Polynom in $w_0, \ldots, w_n$, dessen Koeffizienten algebraisch in x sind; besteht zwischen den $n+1$ Integralen (1) und (2) die identische Relation:

$$F(w_0, \ldots, w_n;\ x) = 0\,, \tag{4}$$

so besteht zwischen den w_ν eine lineare Relation

$$\sum_{\nu=0}^{n} \alpha_\nu w_\nu = a(x)\,, \tag{5}$$

wo die α_ν numerische Konstanten sind und nicht alle verschwinden, während $a(x)$ algebraisch in x ist.

Dieser Satz läßt sich noch insofern verallgemeinern, als der Bereich der algebraischen Funktionen von x, welcher der obigen Formulierung zugrunde liegt, sich durch wesentlich allgemeinere Bereiche ersetzen läßt. In diesem Zusammenhang erweist sich der Begriff eines Liouvilleschen *Körpers* besonders nützlich.

Unter einem Liouvilleschen Körper in einem Gebiet D der *x-Ebene* verstehen wir eine Gesamtheit R von Funktionen, die in diesem Gebiet eindeutig und, bis auf isolierte Singularitäten, regulär sind, wenn mit α und $\beta \neq 0$ diese Gesamtheit R auch $\alpha \pm \beta$, $\alpha \cdot \beta$, $\frac{\alpha}{\beta}$, α', β' gleichfalls enthält. Ferner sollen in R alle komplexen Zahlen enthalten sein.

Sind dann $p_0(x)$, $p_1(x)$, $\ldots$, $p_n(x)$ n + 1-Funktionen aus R und besteht zwischen den zugehörigen Integralen (1) und (2) eine Relation vom Typus (4), wo F ein Polynom in $w_0, w_1, \ldots, w_n$ mit Koeffizienten aus R ist, so besteht zwischen den w_ν eine Relation (5), wo die α_ν numerische nicht sämtlich verschwindende Konstanten sind und $a(x)$ eine Größe aus R ist.

Der Beweis des obigen Satzes ist relativ einfach und läßt sich mit Hilfe von im wesentlichen rein algebraischen Betrachtungen führen.

A. Ostrowski

Mathematisches Seminar der Universität Basel, den 6. Juni 1945.

Die essentielle Erythroblastopenie mit Anämie vom Typus Diamond-Blackfan

In Anlehnung an das neueste schöne Werk von J. N. Kugelmass «Blood disorders in children», können wir die blutbildenden Organe zusammen mit den zirkulierenden Blutzellen in verschiedene Organe unterteilen mit der Endung «on» (organon): das Erythron, das Leukon, das Lymphon, das Thrombon und das Retikuloendothelion. Erythron, Leukon und Thrombon haben ihre Ursprungszellen im Knochenmark. Isolierte Ausfallserscheinungen von Bildungszellen, Megakaryozyten, mit der Folge einer chronischen essentiellen Thrombopenie, welche scharf von andern Formen von Thrombopenie abzutrennen ist, sind am längsten bekannt beim Thrombon. Nahe verwandte Formen kommen auch vor, bei denen Megakaryozyten sogar abnorm zahlreich sind, aber die Plättchenbildung ganz ungenügend ist. In neuerer Zeit wurden ähnliche Krankheitsbilder auch beim Leukon beobachtet, mit der Folge einer chronischen Agranulozytose (Hotz, Fanconi, Tobler u. a.). Zu ihnen gesellt sich nun noch eine analoge essentielle Erythroblastopenie (Glanzmann), ein nahezu vollständiges Fehlen von Erythroblasten im Knochenmark, welches eine eigenartige Anämie vom Typus Diamond-Blackfan (1938) bedingt.

Wir hatten in letzter Zeit Gelegenheit, bei einem jetzt 1½jährigen Knaben diese Krankheit in reiner Form, d. h. ohne jede Vergesellschaftung mit andern Konstitutionsanomalien, Mißbildungen oder Intelligenzstörungen zu beobachten. Dies im Gegensatz zu dem offenbar verwandten Fall von Esser aus der Basler Kinderklinik, welche ihre Beobachtung mit der kongenital-aplastischen Anämie vom Typus Benjamin in Beziehung bringt.

Im Knochenmarkspunktat fiel uns vor allem das praktische Fehlen von Erythroblasten auf. Abgesehen von einer Eosinophilie waren die weißen Markanteile und auch die Megakaryozyten vollkommen normal. Im peripheren Blutbild stiegen trotz schwerer Anämie die jungen roten Blutkörperchen oder Retikulozyten mit der vital-färbbaren Substantia retikulo-filamentosa nie über $1-2\,^0/_{00}$. Bei normalen Leukozyten- und Plättchenzahlen zeigt das Kind eine von Woche zu Woche fortschreitende Anämie bis 28% und 1,74 Millionen Roten. Die Roten zeigen eher erhöhte Resistenz, Hämolyse bei 0,4% Kochsalz Beginn, total bei 0,34%. Keinerlei Zeichen für einen vermehrten Blutzerfall, Bilirubingehalt 0,3 mg% im Serum. Im Urin niemals Urobilinogen oder Porphyrin.

Die Anämie aregeneratorischen Charakters reagiert nicht auf alle Mittel, welche sonst die Blutbildung stimulieren, wie rohe Leber und Leberextrakte (Campolon und Neoton), Eisen usw. Nur durch immer wiederholte Bluttransfusionen ist es möglich, diese Kinder am Leben zu erhalten. In unserem Fall mußten bis jetzt 9 Bluttransfusionen von 150—200 cm^3 in Intervallen von 3—4 Wochen, manchmal noch kürzer, vorgenommen werden.

Ähnlich wie bei der chronischen essentiellen Thrombopenie und der chronischen Agranulozytose steht das glänzende Allgemeinbefinden, das gute Wachstum, das durch die Bluttransfusionen immer wieder gesichert werden muß, in einem auffallenden Gegensatz zu dem lebensbedrohlichen isolierten Ausfall der Erythroblasten. Wie bei der chronischen essentiellen Thrombopenie oder der chronischen Agranulozytose scheint sich mit der Zeit eine gewisse Anpassung an die hypoplastische Anämie einzustellen. Bei zwei Fällen chronischer essentieller Thrombopenie sahen wir bei glänzendem Allgemeinbefinden nahezu Symptomfreiheit bei Plättchenzahlen unter 30000, welche sonst mit schwerster hämorrhagischer Diathese einhergehen. Bei einem sehr merkwürdigen Fall von Panhämozytophthisis wurde eine Agranulozytose von zirka 1000 Zellen und darunter ohne sekundäre Sepsis während Monaten bei gutem Allgemeinbefinden ertragen, weil offenbar die noch vorhandenen Leukozyten, gemessen an ihrer Klebefähigkeit, sechsmal funktionstüchtiger waren als in der Norm. Es sind dies interessante Anpassungserscheinungen an isolierte Insuffizienzen, wahrscheinlich kongenitaler Natur, von seiten des Knochenmarks. Ob sich in unserem Fall von Erythroblastopenie außer einer gewissen Anpassung an die Anämie auch mit der Zeit eine genügende Blutregeneration, welche Bluttransfusionen entbehrlich machen kann, einstellen wird, ist noch ungewiß.

E. Glanzmann

Universitäts-Kinderklinik (Jennerspital), Bern, den 21. Mai 1945.

Das Verhalten des Wasserstoffs in der Sonnenkorona

Der Verfasser[1] hat bei seinen Untersuchungen über die Sonnenkorona, sooft dabei eine Annahme über deren chemische Zusammensetzung notwendig war, die Korona als «solare» Materie, d. h. im wesentlichen aus Wasserstoff bestehend betrachtet. Seit aber B. Edlén[2] die koronalen Emissionslinien hohen Ionisationsstufen von Fe, Ni, Co und A zugeordnet hat, wird neuerdings häufig die Korona aus «meteoritischer» Materie bestehend angesehen. Diese Auffassung kann zurzeit noch nicht bewiesen werden, da die Anregungsmechanismen und Übergangswahrscheinlichkeiten der Koronalinien unbekannt sind und deshalb aus ihrer Intensität die Konzentration ihrer Träger nicht bestimmt werden kann. Hingegen sei im Folgenden gezeigt, daß das vollständige Fehlen der Wasserstofflinien im Spektrum der Korona nicht gegen die Wasserstoffkorona spricht, sondern bloß die sehr hohe Koronatemperatur, die der Verfasser nach verschiedenen Methoden zu $1-2\cdot10^6$ Grad bestimmt hat[3], bestätigt.

Unter den Bedingungen der Sonnenkorona ist der Wasserstoff vollständig ionisiert; es ist deshalb die Elektronendichte N_e gleich der Protonendichte N_p. Bei $N_e = 10^8$ cm^{-3} und der Temperatur $T = 10^6$, wie sie der inneren Korona entsprechen, kommt erst auf 10^{16} Wasserstoffionen ein neutrales H-Atom. Die Protonen rekombinieren mit den Elektronen und emittieren dabei das H-Spektrum. Die Anzahl der Rekombina-

[1] M. Waldmeier, Mitteilungen der Aargauischen Natf. Ges., Heft XXII, Aarau (1945).

[2] B. Edlén, Z. f. Astrophysik *22*, 30 (1942).

[3] M. Waldmeier, Naturwiss. *32*, 51 (1944).

tionen pro cm³ und sec in den n.ten Quantenzustand beträgt nach Cillié[1]:

$$R(n) = \frac{2^9 \pi^5}{(6\pi)^{3/2}} \cdot \frac{e^{10}}{m^2 c^3 h^3} \left(\frac{m}{k}\right)^{3/2} M(n,T)\, N_e\, N_p,$$

wobei m und e Masse, bzw. Ladung des Elektrons bedeuten, c die Lichtgeschwindigkeit ist, h die Planckssche und k die Boltzmannsche Konstante. Die Funktion $M(n,T)$ ist gegeben durch

$$M(n,T) \cdot \frac{1}{T^{3/2}} \cdot \frac{1}{n^3}\, e^{\chi_n/kT} \int_{\chi_n/kT}^{\infty} e^{-x}\, \frac{dx}{x},$$

wobei χ_n die Ionisationsenergie aus dem n.ten Zustand bedeutet:

$$\chi_n = \frac{2\pi^2\, m\, e^4}{n^2\, h^2}.$$

Für die Bedingungen in der inneren Korona folgt: $R(1) = 54$, $R(2) = 11$, $R(3) = 4$, ... Die Hauptlinie der Balmer-Serie (H_α 6563 Å) entspricht dem Übergang $3 \to 2$; deshalb sind für die Emissionen dieser Linie die Rekombinationen in deren Ausgangsniveau $n = 3$ maßgebend. Aber von den in diesen Zustand rekombinierenden Atomen werden die meisten unter Emission der nicht beobachtbaren Lyman-β-Linie direkt in den Grundzustand übergehen und nur der kleinere Teil derselben über den Zustand $n = 2$ unter Emission eines H_α-Quants und anschließend eines nicht beobachtbaren L_α-Quants. Wir kommen somit zu dem Resultat, daß in der Korona pro cm³ und sec größenordnungsmäßig 1 H_α-Quant emittiert wird. Das macht für die ganze Korona zirka $4 \cdot 10^{33}$ H_α-Quanten pro sec $= 9{,}6 \cdot 10^{21}$ erg/sec, was rund 2 Millionsteln der gesamten visuellen Koronastrahlung entspricht oder $^2/_{10000}$ der Intensität der intensivsten Koronalinie (5303 Å). Da diese Linie im Mittel eine Äquivalentbreite von etwa 30 Å im kontinuierlichen Spektrum der Korona aufweist, so wird die Äquivalentbreite von H_α (an welcher Stelle das Kontinuum etwa halb so intensiv ist als bei 5303 Å), etwa 0,012 Å betragen. Die Breite von H_α beträgt aber bei der Temperatur von 10^6 Grad rund 10 Å, so daß durch die H_α-Emission die Kontinuumsintensität im Bereich dieser Linie um den unmerklich kleinen Betrag von $^1/_{1000}$ gesteigert ist. Damit ist die Abwesenheit der Wasserstofflinien im Koronaspektrum erklärt.

M. Waldmeier

Astrophysikalisches Observatorium der Eidg. Sternwarte, Arosa, den 15. Juni 1945.

[1] G. Cillié, M. N. *92*, 820 (1932).

K-Einfang und Positronenemission des 6,7-h-$Cd^{107,109}$

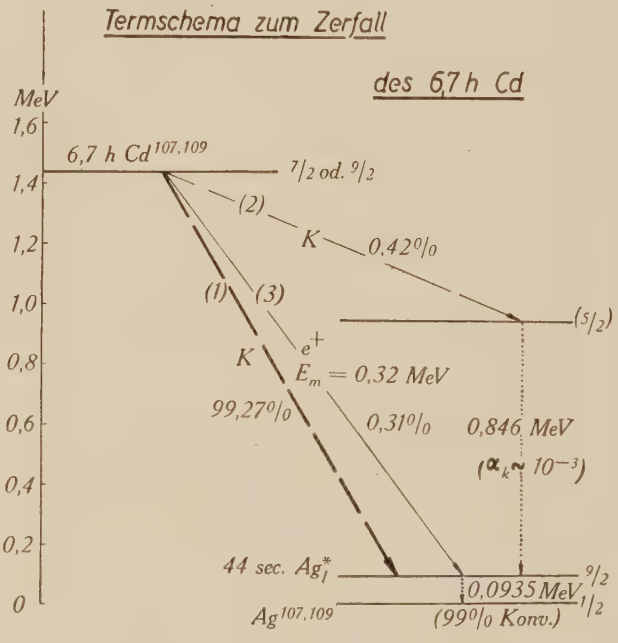
Ein radioaktiver Kern der Ordnungszahl Z, der sich durch *Aussendung* eines positiven Elektrons in den isobaren Kern der Ordnungszahl $Z-1$ umwandeln kann, vermag diese Umwandlung auch durch *Einfang eines negativen Hüllenelektrons* zu vollziehen (Alvarez[1]). Auf Grund der Fermischen *Theorie des β-Zerfalls* (Fermi[2]) war eine solche radioaktive Umwandlung durch Elektroneneinfang — im allgemeinen eines Elektrons der K-Schale — zu erwarten. Die Wahrscheinlichkeiten W_K und W_+ der beiden konkurrierenden Prozesse K-Einfang und ε^+-Emission, die, ausgehend vom gleichen Ausgangsniveau zum gleichen Endniveau des Kerns führen, können nach der Fermischen Theorie berechnet werden (Møller[1]). Sie hängen von der Energiedifferenz und der Spindifferenz von Ausgangs- und Endniveau ab, ferner von der Ordnungszahl Z des radioaktiven Kerns. Das *Verhältnis* dieser Wahrscheinlichkeiten $\lambda = \frac{W_K}{W_+}$ ist in hohem Maße von den speziellen Ansätzen der Theorie des β-Zerfalls abhängig. Daher kann die experimentelle Bestimmung von λ zur *Entscheidung zwischen den verschiedenen möglichen theoretischen Ansätzen* dienen.

Der Einfang eines Hüllenelektrons durch den radioaktiven Kern Z äußert sich im Auftreten der charakteristischen Röntgenstrahlung des Elements $Z-1$, welche beim Auffüllen der in der K-Schale entstandenen Lücke ausgesandt wird. Der Elektroneneinfang ist zwar stets auch mit der Emission eines Neutrinos verbunden, doch entzieht sich diese Neutrinostrahlung bis heute dem direkten experimentellen Nachweis.

Bei der Untersuchung der Strahlung des mit einer Halbwertszeit von 6,7 h normalerweise durch K-Einfang sich umwandelnden radioaktiven Cd-Isotops (Alvarez, Helmholz u. Nelson[2]), welches wir durch Bestrahlung von Silber mit 6,5-MeV-Protonen im ETH.-Cyclotron durch die Reaktion

$$Ag^{107,109}\,(p,n)\,Cd^{107,109}_{6{,}7\ h}$$

erzeugten, beobachteten wir, daß sich ein geringer Bruchteil der Umwandlungsprozesse durch ε^+-Emission vollzieht. Es wurde verifiziert, daß die Intensität sowohl



der Positronenstrahlung selbst als auch der aus der Zerstrahlung der Positronen resultierenden Vernichtungsstrahlung genau mit der gleichen 6,7-h-Periode abklingt, wie die Intensität der beim K-Einfang entstehenden Ag-K-Röntgenstrahlung.

Mit dem magnetischen Halbkreisspektrographen wurde das Spektrum der vom 6,7-h-Cd ausgesandten Posi-

[1] L. W. Alvarez, Phys. Rev. *52*, 134 (1937).
[2] E. Fermi, Zschr. f. Phys. *138*, 161 (1934).

[1] C. Møller, Phys. Zschr. der S. U. *11*, 9 (1937).
[2] L. W. Alvarez, A. C. Helmholz und E. Nelson, Phys. Rev. *57*, 660 (1940).

tronen ausgemessen und die Maximalenergie derselben zu $E_{max} = (0{,}32 \pm 0{,}01)$ MeV bestimmt. Mit diesem Wert und der Zerfallswahrscheinlichkeit W_+ berechnet sich das Matrixelement der Fermischen Theorie zu $M = 0{,}125$; es handelt sich also bei der radioaktiven Umwandlung des 6,7-h-Cd um einen *erlaubten Übergang*.

Zur genauen Bestimmung der relativen Wahrscheinlichkeit von K-Einfang und ε^+-Emission für einen erlaubten β-Übergang — unseres Wissens ist eine solche Bestimmung bisher noch nie ausgeführt worden — ist das 6,7-h-Cd besonders gut geeignet. Der Silberkern, welcher durch die radioaktive Umwandlung des Cadmiumkerns entsteht, befindet sich zunächst nicht im Grundzustand; durch die K- und die ε^+-Umwandlung entsteht er in einem metastabilen Zustand. Dieses metastabile Ag* (Spin $^9/_2$) geht unter Aussendung einer fast vollständig (nämlich zu 99 %) in der Elektronenhülle konvertierten γ-Strahlung mit einer Halbwertszeit von $(44{,}3 \pm 0{,}2)$ sec in den Grundzustand (Spin ½) über. Die Anregungsenergie des 44,3-sec-Ag* beträgt 93,5 keV. Weil also praktisch für jeden sich umwandelnden Cadmiumkern ein negatives Konversionselektron ausgesandt wird, war zur Bestimmung des Verhältnisses der Wahrscheinlichkeiten von K-Einfang und ε^+-Emission nur das Intensitätsverhältnis zweier Elektronenspektren, das der negativen K-, L- und M-Konversionselektronen und das der Positronen zu ermitteln. Diese Spektren wurden mit dem magnetischen Halbkreisspektrographen ausgemessen. Integration über die Spektren ergibt als experimentelles Resultat für λ den Wert

$$\lambda_{exp} = \frac{W_K}{W_+} = 320 \pm 30 .$$

Dieser Wert ist in sehr guter Übereinstimmung mit dem nach der Fermischen *Theorie* für einen erlaubten Übergang mit $Z = 47$ und $W_0 = 1 + \frac{E_{max}}{m c^2} = 1{,}62$ berechneten Wert

$$\underline{\lambda^{\text{Theor}}_{\text{Fermi}}} = \frac{\pi \Gamma(3+2\delta)\ (Z\alpha)^{3+2\delta}\ (W_0 + W_K)^2}{\int_0^{p_0} e^{-\frac{Z\alpha\pi W}{p}} \left[\Gamma(1+\delta) + i\frac{Z\alpha W}{p}\right]^2 p^{2+2\delta} (W_0 - W)^2\, dp} = \underline{342}$$

Der Kopplungssatz von Konopinski-Uhlenbeck zum Beispiel ergibt dagegen den 60mal zu großen Wert $\lambda^{\text{Theor}}_{K.U.} = 19\,800$.

Dieses Resultat ist eine Bestätigung der Fermischen Theorie des β-Zerfalls, für deren Gültigkeit auch die neueren Messungen der Form der β-Spektren (Lawson *und* Cork[1]), die Lebensdauer-Zerfallsenergie-Beziehung (White, Creutz, Delsasso *und* Wilson[2]) usw. sprechen. Dieser experimentellen Bestimmung von $\lambda = W_K/W_+$ für die erlaubte Umwandlung des 6,7-h-Cd werden Experimente zur Bestimmung von λ auch für verbotene Übergänge folgen. Bei verbotenen Übergängen treten dann auch die feineren Unterschiede der fünf verschiedenen invarianten Kopplungsansätze der Fermischen Theorie in Erscheinung.

H. Bradt, C. P. Gugelot, O. Huber, H. Medicus, P. Preiswerk und P. Scherrer

Physikal. Institut der Eidg. Techn. Hochschule, Zürich, den 20. Juni 1945.

[1] J. L. Lawson and J. M. Cork, Phys. Rev. *57*, 982 (1940).
[2] M. G. White, E. C. Creutz, L. A. Delsasso und R. R. Wilson, Phys. Rev. *59*, 63 (1941).

Über die Wirkungsweise von 4,4'-Dichlordiphenyltrichlormethylmethan (DDT-Geigy) im Warmblüterorganismus

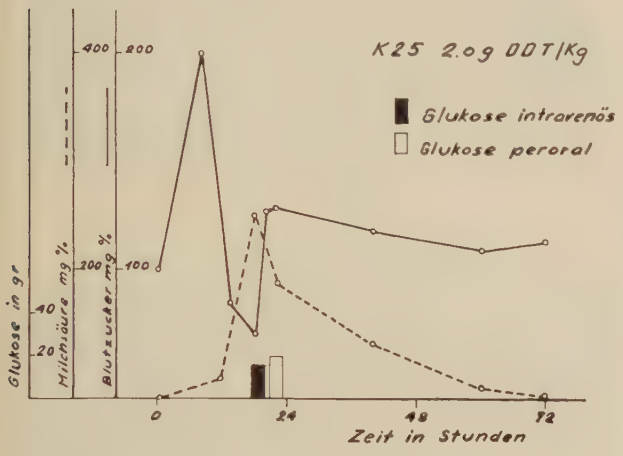
Die außerordentlich intensive Wirkung von 4,4'-Dichlordiphenyltrichlormethylmethan, der Wirksubstanz von Neocid, Gesarol sowie anderer Präparate der DDT-Reihe, als Kontaktgift für Insekten ist bekannt[1–5]. Über den Mechanismus des Eindringens dieses lipoidlöslichen Stoffes in den Insektenkörper und über die Wirkungsweise in der Nervenzelle entwickelten Läuger, Martin und Müller[1] bereits Anschauungen, denen über den Spezialfall des DDT hinaus prinzipielle Bedeutung für den Angriffsmechanismus neurotroper, lipoidlöslicher Substanzen zukommt. Das Eindringen einer neurotropen Substanz in die Nervenzelle ist für ihre Wirksamkeit die erste und wichtigste Voraussetzung. Je nach den Eigenschaften der Verbindung kann sich dabei eine Schädigung oder Blockierung wichtiger Nervenbahnen oder -zentren ergeben. Es können ferner chemische Reize ausgelöst werden, die ihrerseits das physiologische Geschehen im Organismus in spezifischer Weise beeinflussen.

Wir haben an warmblütigen Laboratoriumstieren Untersuchungen ausgeführt mit dem Ziel, festzustellen, ob sich bei der Vergiftung mit dem Wirkstoff der DDT-Gruppe definierte Schädigungen oder Veränderungen eines physiologischen Mechanismus nachweisen lassen, die für den Tod des Tieres verantwortlich gemacht werden können. Vorerst prüften wir die Verteilung und die Geschwindigkeit des Eindringens des Insektizids in den Warmblüterorganismus. Es ließ sich zeigen, daß zwei Stunden nach der peroralen Vergiftung in Blut, Leber, Milz, Herz, Gehirn und Niere von Ratten Konzentrationen zwischen 20–200 γ % erreicht werden. In der Nebenniere stieg der Gehalt in fünf Stunden auf den Maximalwert von 400 γ %. Die quantitative analytische Bestimmung von DDT in den Organen erfolgte nach der biologischen Methode von Wiesmann[6].

Die Untersuchungen beweisen, daß auch beim Warmblüter schon durch sehr kleine Konzentrationen des Giftes in den Organen starke Effekte hervorgerufen werden. Die Art der Vergiftungssymptome läßt auf eine Einwirkung auf das zentrale Nervensystem schließen[7]. Die Reizwirkung der Substanz auf die Nervenzelle des Säugetiers muß, ähnlich wie beim Insekt, als außerordentlich stark bezeichnet werden. Andererseits geht aus den Messungen hervor, daß diese niedrigen biologisch wirksamen Konzentrationen nur bei massiver Dosierung in den Organen des Säugetiers erreicht werden. Die Unschädlichkeit der Insektizide der DDT-Reihe für alle Warmblüter kann daher durch eine sehr geringe Resorptionsgeschwindigkeit erklärt werden, die mit den Löslichkeitsverhältnissen des Wirkstoffs im Zusammenhang steht. Die spezifische Giftwirkung gegen Insekten ist somit in erster Linie bedingt durch die besonderen anatomischen Verhältnisse bei dieser Tierklasse, die ein rasches Eindringen der lipoidlöslichen Substanz von der Körperoberfläche direkt in das Nervensystem ermöglichen.

[1] P. Läuger, H. Martin und P. Müller, Helv. *27*, 892 (1944).
[2] H. Mooser, Schw. med. Wschr. *74*, 947 (1944).
[3] R. Domenjoz, Schw. med. Wschr. *74*, 952 (1944).
[4] R. Wiesmann, siehe Schw. Z. Obst- und Weinbau (1941–1944), Schw. Arch. Tierheilk. *85*, 25 (1943), Mitt. schweiz. Entomolog. Ges. *19*, 179 (1944).
[5] G. Woodard, A. A. Nelson und H. O. Calvery, J. Pharmacol. a. exp. Therap. *82*, 152 (1944).
[6] R. Wiesmann (1945), noch unveröffentlicht.
[7] R. Domenjoz, Schw. med. Wschr. *74*, 952 (1944).

Bei der Vergiftung von Kaninchen und Ratten mit hohen Dosen von 4,4'-Dichlordiphenyltrichlormethylmethan (DDT) wurden von uns Störungen im Zuckerregulationsmechanismus festgestellt. Die Substanz bewirkt eine rasche Mobilisierung des Leberglykogens bei gleichzeitigem Anstieg des Blutzuckers auf Werte von über 200 mg%. Die Leber der Versuchstiere (Ratten) ist schon zwei Stunden nach der Vergiftung mit 1,0 g DDT/kg glykogenfrei. Dann folgt erhöhter Zuckerverbrauch des Organismus, der bei vermehrter Milchsäureproduktion zu einem raschen Absinken der Blutzuckerkurve bis zu hypoglykämischen Werten führt. Einzelne Tiere sterben im hypoglykämischen Koma bei einem Blutzuckergehalt von 20–30 mg%. Die Alkalireserve wird während der Vergiftung deutlich vermindert, es treten aber keine meßbaren Verschiebungen in der Wasserstoffionenkonzentration des Blutes auf. Es entwickelt sich das Bild einer kompensierten Azidosis. Glukosurie ist in keinem Fall nachweisbar.



Durch Glukoseinfusion nach Beginn der hypoglykämischen Vergiftungsphase kann eine deutliche therapeutische Wirkung erzielt werden. Die äußeren Vergiftungssymptome (Tremor) treten sofort nach der Infusion zurück und die Mortalität wird herabgesetzt. Von 10 Kaninchen, die mit einer sicher tödlich wirkenden Dosis von DDT (2,0 g/kg peroral in Lebertran) vergiftet wurden, konnten fünf Tiere durch Glukosebehandlung geheilt werden. Die Abbildung demonstriert den Verlauf der Blutzucker- und Blutmilchsäurekurve bei einem erfolgreich behandelten Versuchstier.

Diese Versuche beweisen, daß die beschriebenen Störungen im Kohlehydratstoffwechsel der Tiere für den letalen Ausgang der Vergiftung von entscheidender Bedeutung sind.

Das auffallendste äußere Merkmal der DDT-Vergiftung beim Säugetier, die motorische Übererregbarkeit, die sich meist rasch zu einem Dauertremor steigert, kann durch Narkotika rasch beseitigt werden. Es hat sich gezeigt, daß bei vergifteten Ratten durch Dauernarkose ein deutlicher therapeutischer Effekt erzielt werden kann. Dieser Befund spricht sehr für einen zentral-nervösen Angriffspunkt.

Durch intravenöse Applikation hoher Dosen von Adrenalin (0,1—0,25 mg/kg) während der hypoglykämischen Phase der Vergiftung wird eine deutliche Beeinflussung der Symptome bewirkt. Der Tremor wird unmittelbar nach der Behandlung stark herabgesetzt oder kann verschwinden, die Tiere werden aber schlaff und erscheinen vollständig atonisch. Eine Verlängerung der Lebensdauer der behandelten Tiere konnte nicht festgestellt werden. Wegen der komplexen pharmakologischen Wirkung des Adrenalins dürfen aus diesen Beobachtungen keine weitgehenden Schlüsse gezogen werden.

Die schon in früheren Arbeiten festgestellten äußeren Symptome der DDT-Vergiftung (motorische Übererregbarkeit, Tremor) weisen deutlich auf eine intensive Wirkung auf das zentrale Nervensystem hin. Aus den hier erstmals beschriebenen Initialsymptomen (totale Mobilisierung des Leberglykogens mit gleichzeitiger Hyperglykämie) läßt sich aber der Schluß ziehen, daß als Angriffspunkt des Wirkstoffs der DDT-Insektizide im Warmblüterorganismus speziell auch das sympathische Nervensystem in Frage kommen dürfte.

Die Arbeit erscheint in extenso in Helv. Phys. et Pharm. Acta (1945).

P. Läuger, R. Pulver, C. Montigel

Forschungslaboratorien der J. R. Geigy AG., Basel, den 7. Juni, 1945.

Energetisch-dynamische Herzinsuffizienz als Folge von Hypokaliämie

In Anlehnung an die in der Physiologie geläufige Bezeichnung der energetisch-dynamischen Herzinsuffizienz (Gremels[1]) haben wir[2] 1943 versucht, diesen Begriff auch in die Klinik einzuführen. Wir bezeichneten damit ein Syndrom, wie es sich im Verlaufe schwerer allgemeiner Kohlenhydrat-Stoffwechselstörungen (Coma diabeticum, hypoglykämischem Schock usw.) einstellen kann und auch bei Zuständen gesehen wird, bei welchen sekundär der Kohlenhydratstoffwechsel im Bereiche der Muskulatur in Mitleidenschaft gezogen wird (Coma hepaticum, Adrenalinintoxikation, infektiös-toxische Zustände usw.)[3]. Das Syndrom ist sowohl durch elektrokardiographische, wie hämodynamische Abweichungen charakterisiert. Elektrokardiographisch liegt eine Verlängerung der QT-Dauer vor, hämodynamisch zeigt der vorzeitig auffallende zweite Herzton ein zu frühes Erlahmen der Kontraktionskraft des Ventrikels, also eine *Adynamie des Herzmuskels* an. Elektrokardiographisch unterscheiden sich die Veränderungen von denjenigen einer Hypoxämie sehr eindeutig, so daß wir bei der zugrunde liegenden Kohlenhydrat-Stoffwechselstörung als Ursache eine Veränderung oder allgemeine Beeinträchtigung in der Verwertung der eigentlichen Energieträger im Herzmuskel, vor allem des Glykogens, vermuteten. Unter Heranziehung der Muskelkontraktionstheorie von Verzár ließ sich die QT-Verlängerung — von welcher wir annehmen dürfen, daß sie die Kontraktionsdauer anzeigt — als eine Störung im Aufbau des Kaliumglykogen-Myosin-Symplexes definieren. Nach Verzár ist das Myosin nur in der symplexartigen Bindung mit Kalium und Glykogen elongiert, dagegen in ungebundenem Zustand kontrahiert. Ist diese Symplexbildung, welche entsprechend der Theorie von Verzár nach jeder Kontraktion des Muskels, also auch nach der Systole, zur Muskelerschlaffung notwendig ist, gestört, bzw. verzögert, muß daraus eine Verlängerung der Kontraktionsdauer resultieren. Kontraktionsdauer und Kontraktionskraft gehen aber nicht parallel. Am Herzmuskel pflegt

[1] Gremels, Naunyn-Schmiedebergs Arch. *194*, 629 (1939/40).
[2] Hegglin, Arch. Kreisl. Forsch. *13*, 173 (1943).
[3] Hegglin, Schweiz. med. Wschr. *74*, 1104 (1944).

gerade bei verlängerter Kontraktionsdauer die Kontraktionskraft vermindert zu sein, wie der vorzeitige Klappenschluß anzeigt.

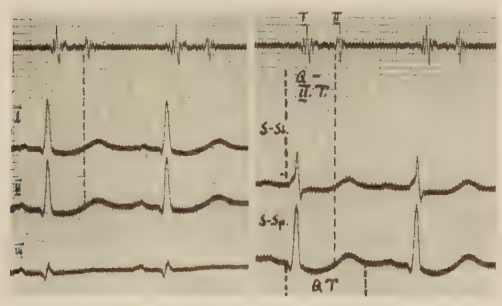
Stimmt die aus der klinischen Elektrokardiographie gewonnene Erfahrung, daß Störungen des Glykogenstoffwechsels des Herzmuskels als Ursache der QT-Verlängerung in Frage kommen, so wären bei den engen Beziehungen zum Kalium im Ablauf der Muskelkontraktion auch bei verändertem Kaliumstoffwechsel ohne weiteres ähnliche Auswirkungen zu erwarten. Besonders die Hypokaliämie müßte geeignet sein, gleichsinnige Auswirkungen hervorzurufen. Tatsächlich sind auch bereits bei der familiären paroxysmalen Lähmung, deren Ursache in einem massiven Kaliumabfall zu suchen ist, QT-Verlängerungen beschrieben worden (Jung und Jantz[1] sowie Stewart, Harold und Smith[2]).

Anhand dreier Beobachtungen läßt sich die theoretisch postulierte Ansicht bestätigen, daß Kaliummangel mit den gleichen Veränderungen im Ekg. und der Herztonfolge einhergeht, wie sie sich bei schweren Kohlenhydrat-Stoffwechselstörungen nachweisen lassen, d.h. *Hypokaliämie ruft das Syndrom der energetisch-dynamischen Herzinsuffizienz hervor.*

Bei allen drei Beobachtungen handelte es sich um Fälle mit schweren gastrointestinalen Störungen, zum Teil mit Erbrechen, zum Teil mit Durchfällen, als deren Folge der Kaliumverlust aufzufassen ist. Parallelität mit hypochlorämischen oder hypochlorämisch-urämischen Erscheinungen, welche bei zwei Fällen zeitweise aus gleicher Ursache vorlagen, bestand nicht. Ein Fall war überhaupt nie hypochlorämisch, der Rest-N immer normal. Diese Mineral-Stoffwechselstörung, welche ebenfalls in Betracht gezogen werden mußte, ließ sich demnach als ursächlicher Faktor ausschließen. Kohlenhydratstoffwechselstörungen konnten in keinem Fall nachgewiesen werden. Der Blutzucker war in allen Beobachtungen normal. Der Kalziumspiegel bewegte sich innerhalb der Grenzen der Norm. *Als einzige gesetzmäßig mit den elektrokardiographischen Abweichungen übereinstimmende Blutserumveränderung konnte die Hypokaliämie nachgewiesen werden.* Die klinische Bedeutung dieses Syndroms ist an anderer Stelle ausführlicher dargestellt[3].

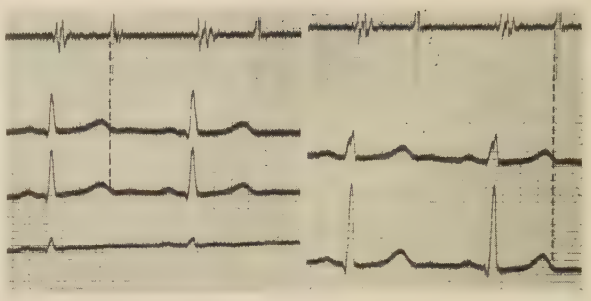
Abb. 1. L. H. 1910 ♀

Die Mittelwerte beziehen sich auf die nach der Formel $QT = 3{,}9 \cdot \sqrt{RR}$ errechneten Zahlen[4]



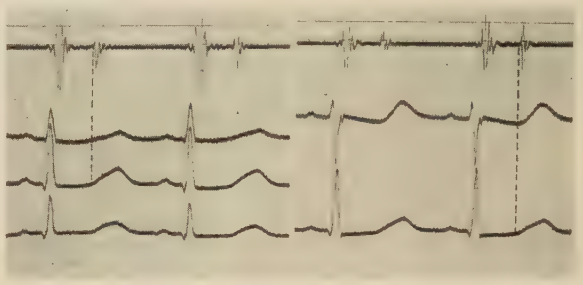
Kalium 13,6 mg% 10. 3. 44

QT verlängert (Mittelwert + 0,132 Sek.)
Q – II Herzton verkürzt (Mittelwert – 0,048 Sek.)



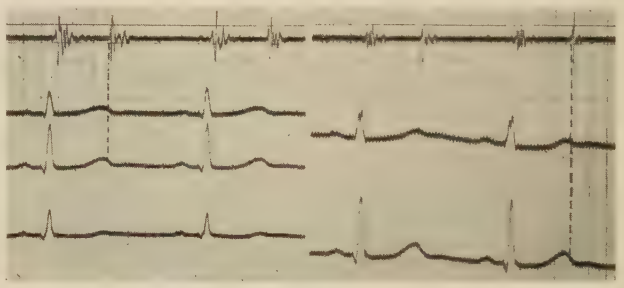
Kalium 15,8 mg% 25. 5. 44

QT leicht verlängert (Mittelwert + 0,058 Sek.)
Q – II Herzton normal (Mittelwert + 0,038 Sek.)



Kalium 9,6 mg% 13. 1. 45

QT stark verlängert (Mittelwert + 0,198 Sek.)
Q – II Herzton verkürzt (Mittelwert – 0,062 Sek.)



Kalium 16,3 mg% 15. 3. 45

QT l. verlängert (Mittelwert + 0,045 Sek.)
Q – II Herzton normal (Mittelwert + 0,015 Sek.)

Zusammenfassend wurde in drei Fällen bei Hypokaliämie das Syndrom der energetisch-dynamischen Herzinsuffizienzen, welche für schwere Kohlenhydrat-Stoffwechselstörungen charakteristisch ist, nachgewiesen. Die aus der Physiologie bekannten, engen Beziehungen des Kaliums und Glykogens zum Ablauf der Muskelkontraktion können als Ursache betrachtet werden, daß sowohl bei Störungen des Kalium- wie des Glykogenstoffwechsels ein klinisch weitgehend gleichsinniger Einfluß auf die Herzaktion beobachtet wird.

R. Hegglin

Medizinische Universitätsklinik, Zürich, den 17. Juni 1945.

Über die l-Peptidasen des Tuberkelbazillus

Im Gegensatz zu andern Bakteriengruppen[1] haben die l-Peptidasen der säurefesten Bakterien, im speziellen des Tuberkelbazillus, keine systematische Bearbei-

[1] Jung und Jantz, Verb. Dtsch. Ges. Kreislauffschg. *12*, 217 (1939).
[2] Stewart und Mitarbeiter, J. amer. med. Sci. *199*, 789 (1940).
[3] Hegglin, Schweiz. med. Wschr. *74*, 1104 (1944).
[4] Hegglin und Holzmann, Z. Klin. Med. *132*, 1 (1937).

[1] E. Maschmann, Bakterien-Proteasen, Ergebnisse Fermentforschung *9*, 155 (1943).

ung erfahren, was wohl auf methodische Schwierigkeiten zurückzuführen ist. Wir versuchten deshalb die kürzlich beschriebene Peptidase-Bestimmung[1] auf diese Objekte anzuwenden. Das Verfahren beruht auf der Fähigkeit des Viperngiftes, Aminosäuren zu oxydieren, ohne die Peptide — mit einer einzigen Ausnahme[2] — anzugreifen[3]. Wenn unter der Einwirkung der Bakterienpeptidasen aus einem Peptid eine Aminosäure in Freiheit gesetzt wird, so erleidet diese durch das Schlangengift eine Oxydation, die im *Warburg*-Manometer in einfachster Weise quantitativ verfolgt werden kann. Auf diese Weise gelingt es tatsächlich, sehr aktive Peptidasen im Tuberkelbazillus festzustellen. Es wurden 4 menschenpathogene, 1 tierpathogener (boviner) und 2 apathogene Stämme (Mycobact. phlei und smegmatis) geprüft, bei denen allen große und charakteristische Ausschläge erzielt wurden. Ein Beispiel ist in der folgenden Tabelle ausgeführt.

Nachweis des l-Peptid-Abbaues durch einen menschenpathogenen Tuberkelbazillus

40 mg Tuberkelbazillen (Stamm Z II) werden in 1 ccm Phosphatpuffer p_H 7,2 suspendiert und mit 0,5 mg Viperngift in 0,5 ccm Puffer und mit 1,0 ccm Peptidlösung (m/20) versetzt. Δ gibt die Differenz gegenüber den Kontrollversuchen an.

	Sauerstoffverbrauch nach					
	1 Std.		2 Std.		3 Std.	
		Δ		Δ		Δ
Kontrolle	51	–	133	–	178	–
Glycyl-l-Tyrosin	85	34	225	92	304	126
Glycyl-l-Leucin	117	66	299	166	400	222
l-Leucyl-glycin	147	96	393	260	527	349
l-Leucyl-glycyl-glycin	179	128	448	315	603	425

Wie bei andern Bakterienproteasen werden einzelne dieser enzymatischen Vorgänge durch zweiwertiges Mangan (0,0001-m.) aktiviert, insbesondere der des Abbaues des Tripeptids.

F. Roulet, E. A. Zeller

Pathologisch-Anatomische Anstalt der Universität, Basel, den 28. Juni 1945.

[1] E. A. Zeller und A. Maritz, Helv. Physiol. Acta *3*, C 6 (1945).
[2] Dieselben, Experientia *1*, 30 (1945).
[3] Dieselben, Helv. chim. acta *28*, 365 (1945).

Bücherbesprechungen - Compte rendu des publications Resoconti delle pubblicazioni - Reviews

Advances in Colloid Science

(Fortschritte der Kolloidwissenschaft)
edited by E. O. Kraemer.

1942, Interscience Publishers, Inc., New York.
Vol. I, 434 Seiten mit 161 Abb.

Schon lange hat in der Kolloidwissenschaft eine Publikation gefehlt, welche in regelmäßiger Folge die neuesten Errungenschaften auf den verschiedensten Teilgebieten veröffentlicht. Dieser Mangel wird nun durch das vorliegende Buch, welches das erste einer Reihe darstellt, behoben. Dabei ist nicht beabsichtigt, die einzelnen Forschungsgebiete als Übersichtsreferate zu behandeln, vielmehr sollen anerkannte Forscher das auf ihrem Arbeitsgebiet Geleistete zur Darstellung bringen und dadurch eine persönliche Note in den Beiträgen zum Ausdruck kommen. Nachdem die Kolloidwissenschaft in besonderer Weise die Randgebiete der verschiedensten biologischen und technischen Wissenschaften befruchtet hat, wird dieses Vorgehen ihrer Stellung am ehesten gerecht. So ist dieser Bücherreihe eine gleich gute Aufnahme und Verbreitung zu wünschen wie den «Ergebnissen der Enzymforschung», welche in Form und Darstellung auf ihrem Gebiete ähnliches beabsichtigen.

Von den Beiträgen sei derjenige von Arne Tiselius (Upsala) erwähnt, worin eine neue Methode der Adsorptionsanalyse besprochen wird. Auf Grund der kontinuierlichen Messung von Refraktion, Interferometrie oder Leitfähigkeit der Adsorbenda gelingt es, auf neue Weise den Adsorptionsvorgang zu charakterisieren. Es wird auf Grund der Meßresultate von Gemischen von Aminosäuren und Peptiden gezeigt, welch wertvolles analytisches Hilfsmittel die Adsorptionsanalyse darstellt.

J. T. Edsall bespricht die Abhängigkeit der Strömungsdoppelbrechung von Teilchengröße und —-Form. Hier zeigen die Messungen von Sadron das Verhalten von Serumglobulin in abgestuften Glyzerin/Wasser-Gemischen, wo die Lipoidlöslichkeit so gesteigert wird, daß es zur Lösung der Protein/Lipoid-Bindung kommt und das letztere als Einzelkomponente erscheint. Ebenso werden die neuen Arbeiten aus den Laboratorien von Signer und von Lauffer besprochen.

T. E. Anderson bringt schöne elektronenoptische Aufnahmen der verschiedensten Kolloide. Neu entwickelte Abdruckverfahren gestatten die Betrachtung von Oberflächen fester Körper, welche für eine Objektpräparation ungeeignet sind. Dazu wird auf die zu prüfende Oberfläche Silber verdampft, so daß darauf ein etwa 20 μ dicker Film entsteht. Dieses Negativ der Oberfläche wird abgelöst und alsdann auf dem Silber ein dünner Kollodiumfilm erzeugt. Das Silber wird in verdünnter Salpetersäure gelöst und der Kollodiumfilm, welcher das Positiv der ursprünglichen Oberfläche ist, unter dem Elektronenmikroskop betrachtet.

Das Buch enthält weiter Beiträge von Kurt H. Meyer, P. H. Emmett, R. R. Sullivan, J. McBain, R. E. Powell, H. Weiser, van Gils, R. J. Myers und E. A. Hauser.

Ch. Wunderly

Eléments de calcul infinitésimal

Adrien Grosrey

Librairie F. Rouge & Cie, Lausanne 1945
(192 p. et 71 fig.)

Diese Neuerscheinung muß unter dem Gesichtspunkt der in der Schweiz nunmehr tatkräftig in Angriff genommenen Behebung der wissenschaftlichen Lehrmittel-

not betrachtet werden; unter diesem kann sie als durchaus gelungen bezeichnet werden. Der Verfasser bestimmt sein Buch ausdrücklich für den Gebrauch der Technikumsschüler, so daß es ihm nicht zu verargen ist, wenn er überall dort aufhören muß, wo der Mathematiker erst eigentlich anfängt. Doch wahrt der Autor die allernötigste Strenge und macht den Studenten auf die fehlenden Beweislücken aufmerksam; hierbei wird meist auf die entsprechende mathematische Fachliteratur verwiesen.

Der Differentialbegriff (Chap. III) wird unter Vermeidung der Klippe des Differentialquotienten

$$\lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{d y}{d x}$$

streng abgeleitet. Die Differentiale $d f(x)$, $d x$ seien nur, wenn der Autor es besonders sagt, «unendlich kleine» Größen (p. 36). Ganz kann sich jedoch der Verfasser der üblichen «Infinitesimalmetaphysik» nicht erwehren: nachdem die Differentiale als infinitesimale Inkremente durch die Definitionsbarriere des erfahrenen Pädagogen in den ersten Kapiteln vom Leser ferngehalten werden, schleichen sie sich später bei den geometrischen Anwendungen doch wieder heimlich in die Ableitungen hinein (p. 54, 57 u. a.). Im übrigen verfolgt der Verfasser die heute nicht mehr übliche Methode, den Differential- vor dem Integralbegriff zu behandeln. Zu beanstanden ist, daß fundamentale Sätze wie die Mittelwertsätze unter den «Applications diverses» ihr Aschenbrödeldasein fristen, statt daß sie im Anschluß an die Herleitung der Grundbegriffe gebracht werden. Störend wirkt in der Liste der einfachsten Grenzwerte der ohne Ableitung hingeworfene $\lim_{x \to 0} (1+x)^{\frac{1}{x}}$ (p. 17). P. 62 wird die L'Hôpitalsche Regel nur für die erste Ableitung geschrieben. Der «pädagogisch» besonders wirkungsvolle Beweis für die Konvergenz der Leibnizschen Reihe wird p. 82 unterlassen. In einem französischen Buch wirkt Dalembert zu schreiben merkwürdig. Eigenartig berührt auch die durchgehende Schreibweise $(a\,b)$ für das Intervall von a bis b.

Trotz der «amerikanischen Inspiration» (Vorwort, p. 7) verrät das sehr flüssig geschriebene Werk doch mehr die traditionelle Lehrbuchroutine der Franzosen. Neben den altgewohnten Elementen der Infinitesimalrechnung bringt der Verfasser in seinem Buch noch einen längeren Exkurs über die Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen mit besonderer Berücksichtigung der Schwingungsgleichung. Zum Schluß wird noch ein Blick auf die Fourierreihenentwicklung geworfen. Das mit unzähligen Übungsbeispielen gespickte Lehrbuch wird nicht nur dem angehenden Techniker gute Dienste leisten, sondern — solange der Ersatz für die gewohnten Spezialwerke fehlt — auch von Naturwissenschaftlern noch benutzt werden können, besonders von solchen, die sich im Gebrauch des «Handwerkszeugs» der höheren Mathematik einüben wollen.

J. O. Fleckenstein

Réactifs pour l'analyse qualitative minérale

Wepf & Cie, Bâle 1945

Dieser zweite Bericht der «Commission internationale des Réactions et Réactifs analytiques nouveaux» unter der Redaktion von P. Wenger und R. Duckert (Genf) enthält eine handliche Zusammenstellung von Reaktionen, die zum qualitativen mikrochemischen Nachweis sämtlicher Elemente, mit Einschluß von 34 Anionen, dienen können. Für jedes Element werden mehrere, im Maximum 5 verschiedene, Reaktionen angeführt. Diese sind auf Grund der neuesten Erfahrungen ausgewählt worden mit dem Ziel, eine möglichst hohe Empfindlichkeit mit absoluter Eindeutigkeit zu verbinden. Der Einfluß verschiedener Ionen derselben Gruppe ist sorgfältig berücksichtigt worden. Neben bereits bekannten werden auch neue, hauptsächlich organische Reagenzien angeführt.

Für jedes Element findet man zunächst Angaben über das Reagens nebst einem Hinweis auf die Bibliographie, ferner eine kurze Erklärung der Reaktion und schließlich eine knapp, aber klar geschriebene Anweisung für die anzuwendende Technik. Es folgen dann Angaben über die Empfindlichkeit und den spezifischen Charakter des Reagens. Am Ende jeder Gruppe wird das für den Analysengang Notwendigste angeführt. Die Kenntnis der üblichen Methoden der qualitativen analytischen Chemie wird dabei vorausgesetzt.

Der Text wird vervollständigt durch einen ausführlichen, nach Elementen geordneten bibliographischen Index und ein alphabetisches Verzeichnis der Reagenzien.

Den Autoren wird man die Anerkennung für die große und sorgfältige Arbeit, die vor allem dem qualitativ arbeitenden Chemiker sehr erwünscht sein wird, nicht versagen. Es ist erstaunlich, daß ein solches Werk trotz den großen Schwierigkeiten auf dem Gebiete der internationalen Zusammenarbeit geschaffen werden konnte. Auch dem Verleger gebührt der Dank für die vorzügliche Ausstattung des Buches.

P. Bearth

Informationen - Informations - Informazioni - Notes

Experientia vor (100) Jahren

Mathematik

Nach den Vorarbeiten von Boole über die Unveränderlichkeit algebraischer Formen bei linearen Transformationen der Veränderlichen (1841) begründet Arthur Cayley (1821 bis 1895), Prof. in Cambridge, die sogenannte *Invariantentheorie* als Spezialgebiet der modernen Algebra; diese, als Vorläuferin der Relativitätstheorie für die mathematische Physik von besonderer Bedeutung, wurde später von Aronhold (1849—1868), Hilbert, Study u. a. weiterentwickelt und gegen Ende des letzten Jahrhunderts vom norwegischen Mathematiker Sophus Lie (1842—1899) zur allgemeinen Invariantentheorie ausgebaut.

Astronomie

1. Der englische Astronom John Couch Adams (1819 bis 1892) *vermutet* auf Grund seiner Beobachtungen der Uranusbewegung (seit 1843) als störenden Faktor

von dessen Bahn *einen neuen unbekannten Planeten und errechnet seine Bahnelemente*, die er am 8. Oktober dem Astronomen Airy mitteilt. Da die angefangenen Untersuchungen jedoch nicht zu Ende geführt wurden, ist die eigentliche Entdeckung des Neptun dem Franzosen Leverrier (1846) zu verdanken.

2. Karl Ludwig Hencke, «ein Liebhaber der Astronomie», *entdeckt* außer den vier seit Beginn des 19. Jahrhunderts bekannten kleinen Planeten (Ceres, Pallas, Juno, Vesta) *als neuen Planetoiden die Astraea* (8. Dez.) und kurz darauf die Hebe (1847). Nach der Einführung des photographischen Entdeckungsverfahrens (1891) stieg die Zahl der Planetoiden rasch über tausend.

3. William Parsons (Earl of) Rosse (1800–1867), der 1844 das von ihm konstruierte Riesenspiegelteleskop «Leviathan» (16,8 m Länge, 1,83 m Durchmesser) fertiggestellt hatte, stellt damit fest, daß es sich bei dem von Messier (1771) entdeckten Nebel *im Sternbild der Jagdhunde* um einen *Spiralnebel* handelt und trägt damit wesentlich bei zur besseren Kenntnis der längst bekannten Nebelflecke.

4. Die beiden bekannten französischen Physiker A.H.L. Fizeau und Léon Foucault stellen bei einer Belichtungsdauer von $^1/_{60}$ Sek. *das erste Daguerrotyp der Sonne* her.

Physik

1. Die von Julius Robert Mayer (1814–1878) auf eigene Kosten veröffentlichte Abhandlung «Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhang mit dem Stoffwechsel» (Heilbronn 1845) stellt das von ihm 1840–42 entdeckte *Gesetz von der Unzerstörbarkeit der Kraft* (Äquivalenz von Arbeit und Wärme sowie die sich daraus ergebenden allgemeinen Schlußfolgerungen) erstmals auf breiterer Grundlage dar.

2. In der nicht datierten, populären Schrift «Six Lectures on various Forces of Matter» vertritt der geniale Autodidakt Michael Faraday (1791–1867) die Anschauung, daß *Licht, Wärme und Elektrizität* als *Äußerungen einer und derselben Naturkraft* zu betrachten seien.

3. Anknüpfend an frühere Untersuchungen von Brugmans, de Baillif, Coulomb, A. C. Becquerel u. a. gibt Michael Faraday am 18. Dezember der Royal Society seine Beobachtungen über die *diamagnetischen Erscheinungen* und die *Theorie des Diamagnetismus* bekannt. Diese letzte große Entdeckung des Begründers der neueren Elektrizitätslehre ist im dritten Band seiner berühmten «Experimental Researches in Electricity» (§ 2243ff.) enthalten.

4. Der Königsberger Physiker Franz Ernst Neumann (1798–1895) wendet die Gausssche Theorie des Potentials auf die *Vorgänge der elektrischen Induktion* an und *begründet* die *Gesetze der in geschlossenen und bewegten Leitern induzierten elektromotorischen Kraft.* (Abh. Berlin 1845, p. 1).

H. Buess

L'action de secours des Hautes Ecoles suisses en faveur des Universités victimes de la guerre

Pendant la seconde guerre mondiale, la Suisse n'a cessé de porter secours aux pays souffrants. En revanche, les relations directes des Hautes Ecoles suisses avec leurs sœurs de l'étranger furent impossibles. Dès la cessation des hostilités, les Hautes Ecoles suisses ont cherché à renouer leurs anciennes relations. Il est clair que, notre pays ayant été épargné, l'initiative pour cette reprise de contact devait partir de la Suisse.

A cet effet, nos Hautes Ecoles avaient préparé, bien avant la fin des opérations militaires, des actions de secours qui, on le conçoit, ne pourront pas atteindre toutes les universités dans la détresse. Il ne faut cependant pas oublier que les Hautes Ecoles suisses ne seront pas seules à apporter leur secours. Ces actions se sont manifestées jusqu'ici de deux façons:

1. Le patronage. Il représente une action directe en faveur d'une Université déterminée et offre des possibilités multiples de secours, telles que l'envoi de vivres et de vêtements, de livres, d'instruments et autre matériel d'études, séjours de convalescence en Suisse de professeurs étrangers et missions de professeurs suisses auprès des Universités patronnées.
2. L'hébergement d'étudiants. Il consiste à offrir un séjour d'études dans nos Hautes Ecoles à des étudiants victimes de la guerre et provenant, avant tout, des pays limitrophes.

Ces actions sont totalement indépendantes, quoique parallèles, des autres actions venant des organisations d'étudiants. Ces projets, élaborés par chacune de nos Hautes Ecoles suisses, restent des actions individuelles ne subissant aucune tendance centralisatrice. Elles seront d'autant plus appréciées et efficaces qu'elles représentent le secours direct d'une Université suisse en faveur d'une Université amie. A titre d'exemples, nous citerons Bâle qui a décidé de secourir les Universités d'Utrecht et de Strasbourg, Fribourg l'Université de Nimègue, Genève l'Université de Lyon, Lausanne l'Université de Caën, Neuchâtel l'Université de Groningue et la Faculté des Sciences d'Oslo, Zurich l'Université de Leyde.

G. Castella, Recteur de l'Université de Fribourg

Nekrologe

Mitte Mai ist in Paris im Alter von 75 Jahren Prof. Marc Tiffeneau gestorben. Prof. Tiffeneau war einer der bedeutendsten Vertreter der französischen Chemie. Aus seinem Laboratorium stammen gegen 200 Arbeiten, die ein erstaunlich breites Gebiet behandeln, neben theoretischen Arbeiten sind es hauptsächlich chemische Untersuchungen über pharmakologisch interessante Verbindungen, daneben entstammen seinem Institut auch rein pharmakologische Arbeiten. Tiffeneaus «Abrégé de Pharmacologie» erschien vor kurzem in seiner 5ten Auflage, im «Traité de Chimie Organique» von Grignard hat Tiffeneau das wichtige Kapitel über die Glykole bearbeitet. Der Verstorbene war Membre de l'Institut, Membre de l'Académie de Médecine und Doyen honoraire de la Faculté de Médecine in Paris. S.

In Basel starb am 10. Juli im Alter von 70 Jahren der Botaniker Prof. Dr. phil. et Dr. med. h. c. Gustav Senn. Als Schüler von Klebs und Pfeffer beschäftigte er sich mit algologischen (Flagellaten) und physiologischen Fragen. (Bewegung der Chromatophoren, Ökologie der Alpenpflanzen.) In den späteren Jahren widmete er sich ganz der Geschichte der Naturwissenschaften (besonders der Erforschung der Werke Theophrasts) und der Arbeit in den verschiedensten wissenschaftlichen Gesellschaften. G.-H.

Zum 70. Geburtstag von C. G. Jung

Der 70. Geburtstag Prof. C. G. Jungs am 26. Juli 1945 bietet Gelegenheit dazu, das Lebenswerk des vielseitigen Forschers unter dem Gesichtspunkt der strengen Naturwissenschaften zu betrachten. Die Psychologie, im besondern die Tiefenpsychologie, umspannt die Bereiche sowohl der Natur- wie auch der Geisteswissenschaften, bei welcher üblichen Zweiteilung es dem unbefangenen Betrachter auffallen muß, daß der Geist merkwürdigerweise der Natur ausgenommen wird. Jung hat diese Zweiteilung nicht gelten lassen und hat sich stets bemüht, nicht nur die zutiefst wurzelnden Triebe, sondern auch die höchsten Differenzierungen des Geistes als unzweifelhaft wirkliche, weil unmittelbar erfahrbare Naturerscheinungen zu beobachten, zu verstehen und nach ihren Gesetzmäßigkeiten zu erforschen. So betont er selbst unermüdlich, daß er Naturwissenschafter und Empiriker sei und sich jeglicher Aussage über nicht Erfahrbares enthalte.

Nachdem Freud das Vorhandensein und die große Rolle unbewußter psychischer Vorgänge nachgewiesen hatte, war es Jung, welcher auf Grund seiner Schizophreniestudien[1] den Begriff bildete, der für das Verständnis unbewußter Strukturen grundlegend geworden ist und zum eisernen Bestand der Psychologie fast aller Schulen und Länder gehört: den Begriff des Komplexes. Der Begriff wurde belegt durch breit angelegte experimentalpsychologische Untersuchungen naturwissenschaftlicher Art[2], welche zugleich eine heute noch überall verwendete klinische Untersuchungsmethode lieferten. Dann setzte bei Jung eine Entwicklung ein, die ihn zu einer Verallgemeinerung seines Libidobegriffs und in die nächste Nähe der energetischen Betrachtungsweise der Physik führte[3], nachdem er bereits an einem reichen Tatsachenmaterial die Wandlungsmöglichkeiten der nicht mehr als ausschließlich sexuell angeschauten Libido aufgezeigt hatte[4]. Obwohl er von den experimentellen Assoziationsstudien ausgegangen war, verfuhr er in den folgenden Arbeiten meist nicht mehr experimentell im engen Sinn, sondern wie der Chirurg, der das ihm zufallende Erfahrungsgut nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten sichtet und nach den Ergebnissen gewisser statthafter Eingriffe auch seine Schlüsse zieht. Spätere Werke, die sich in der Hauptsache mit der Differenzierung und Bewußtwerdung des Unbewußten (wofür Jung den Namen «Individuationsprozeß» prägte) befaßten, brachten nicht nur Gesetzmäßigkeiten der unbewußten Abläufe an den Tag, sondern auch unerwartete Sprünge, rational unfaßbare Dinge, welche, obwohl nur als empirische Tatsachen dastehend, Jung nicht selten den Vorwurf des Mystizismus eintrugen. Dieser Vorwurf hat ihn nicht davon abgehalten, als pflichtbewußter Forscher auf die Existenz solcher Dinge immer wieder hinzuweisen auch dann, wenn sie einstweilen unerklärt bleiben mußten. Daneben stehen als empirisch gesicherte psychische Gesetzmäßigkeiten (um nur einige zu erwähnen) der Grundsatz der Erhaltung psychischer Energie, der Grundsatz der psychischen Totalität, der Grundsatz des kompensatorisch-komplementären Charakters psychischer Vorgänge und die Archetypenlehre, welch letztere schon ihren Eingang in die Biologie gefunden hat[1].

Der strenge Naturwissenschaftler findet sich dennoch manchmal im Zweifel darüber, ob der Tiefenpsychologie Jungs nicht doch etwas Unwissenschaftliches anhafte. Einmal wird dieses Gefühl durch die erwähnte irrationale Natur des Substrats bedingt, ein andermal dadurch, daß Jung, obwohl er sich bewußt immer innerhalb der Grenzen der Naturwissenschaften im weiteren Sinne hält, durch seine Forschungsergebnisse immer wieder an Fragen rührt, die eine philosophische Stellungnahme geradezu herausfordern und sich nur durch bewußte, disziplinierte Einschränkung rein naturwissenschaftlich behandeln lassen. Eine solche Stellungnahme wird auch in der Jungschen Psychotherapie gefordert — allerdings nicht dogmatisch, sondern vom Patienten selbst auf Grund seiner innersten Überzeugung. Daß solche Fragen keine Eigentümlichkeit der Psychologie darstellen, zeigt die moderne theoretische Physik zur Genüge[2], und daß Jung ab und zu trotz grundsätzlicher wissenschaftlicher Enthaltsamkeit seine private Stellungnahme dazu mindestens andeutet, wird ihm niemand verübeln.

Die großen geisteswissenschaftlichen Leistungen Jungs sollen andernorts von Berufenen gewürdigt werden. Hier sei nur gesagt: Sein kühner Vorstoß, mit den Methoden der Naturwissenschaften ins Reich des Traumhaften, seine geniale Umfassung der Bereiche des Rationalen und Irrationalen in einer wissenschaftlich gegründeten Schau sichern ihm den Namen eines großen Naturforschers, dem wir zu seinem 70. Geburtstag gern unsere Glückwünsche entbieten und noch manche Jahre fruchtbarer Tätigkeit wünschen.

K. W. Bash

[1] Über die Psychologie der Dementia praecox. Marhold, Halle (1907).

[2] Diagnostische Assoziationsstudien. Barth, Leipzig, Bd. I (1906), Bd. II (1910).

[3] Über die Energetik der Seele. Rascher, Zürich (1928).

[4] Wandlungen und Symbole der Libido. Deuticke, Leipzig und Wien (1912).

[1] Alverdes, F.: «Die Bedeutung der Tierpsychologie für die Psychologie des Menschen». Zbl. f. Psychotherapie Bd. 13, Heft 5 (1942).

[2] Über die Beziehungen zwischen moderner Physik und Jungscher Psychologie vgl. Meier, C. A.: «Moderne Physik – moderne Psychologie» in *Die kulturelle Bedeutung der komplexen Psychologie:* Festschrift zu Jungs sechzigstem Geburtstag. Springer, Berlin (1935).

DDT Geigy DDT

Als schweizerische Forscher vor einigen Jahren «DDT» entdeckten, ahnten sie nicht die volle Tragweite ihrer Erfindung. Alle Schranken der heutigen Zeit überwindend, hat DDT-Geigy einen beispiellosen Siegeszug durch die ganze Welt angetreten. DDT-Geigy wird von den Alliierten mit den Lebensrettern Penicillin und Trockenblutplasma auf die gleiche Stufe gestellt und mit ihnen zu den drei größten Errungenschaften seit Kriegsbeginn gezählt.

Was ist DDT-Geigy? — DDT-Geigy ist eine licht- und luftbeständige chemische Substanz, die in unvorstellbar kleinen Mengen auf Insekten als Berührungsgift wirkt. Sie besitzt die wichtige Eigenschaft, in den angewendeten Konzentrationen für Mensch und Tier ungiftig zu sein. **DDT-Geigy ist das erste Berührungs-Insektizid mit Dauerwirkung.**

Die sichere Vernichtung krankheitsübertragender Insekten in den Kriegsgebieten mit DDT-Geigy-Produkten rettet ungezählte Menschenleben vor dem Seuchentod. Die Behandlung der in unserem Lande Schutz suchenden Flüchtlinge mit NEOCID, einem DDT-Geigy-Produkt, bewahrt uns vor der Einschleppung gefährlicher Krankheiten. Die Bekämpfung hartnäckiger Insektenschädlinge unserer Kulturpflanzen mit GESAROL, einem DDT-Geigy-Produkt, ermöglicht, die Produktion landwirtschaftlicher Erzeugnisse auf ein Höchstmaß zu steigern. TRIX, ebenfalls ein DDT-Geigy-Produkt, schützt alle unsere Wollsachen vor Mottenfraß.

Die Entdeckung der insektentötenden Wirkung von DDT ist das Verdienst der J. R. Geigy AG., Basel. Die Original-DDT-GEIGY-Präparate

GESAROL
NEOCID
TRIX

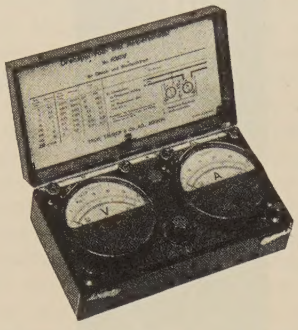
werden in der ganzen Welt mit Erfolg angewendet.

J. R. GEIGY A. G. BASEL (SCHWEIZ)

TRÜB TÄUBER

Universalinstrument SIVA

mit 2 Meßsystemen



Volt/Ampères
Gleich/Wechselstrom

Meßbereiche
3, 6, 15, 30, 150,
300, 600 Volt
0,003 0,015, 0,06,
0,15, 0,3, 1,5, 6 Amp.

ab Lager lieferbar

Trüb, Täuber & Co. AG., Zürich 10, Telephon 26 16 20
Fabrik elektrischer Meßinstrumente

PRÄZISION

ACADEMIA-VERLAG

AG. GEBR. LEEMANN & CO., ZÜRICH

veröffentlicht wissenschaftliche Arbeiten aus den ETH.-Instituten:

Institut für Baustatik (Nr. 3–14)	12 Arbeiten
Institut für Aerodynamik	8 Arbeiten
Institut für Thermodynamik und Verbrennungsmotorenbau . . .	4 Arbeiten
Versuchsanstalt für Wasserbau . .	9 Arbeiten
Institut für Straßenbau	2 Arbeiten
Institut für Textilmaschinenbau und Textilindustrie	2 Arbeiten
Laboratoire de photo-élasticité . .	2 Arbeiten

Ferner die Sammlungen:

Schweiz. Mineralogische und Petrographische Mitteilungen	25 Jahrgänge
Privatgesellschaft für Bodenforschung und Erdbaumechanik . .	6 Arbeiten
Mitteilungen über Forschung und Konstruktion in Stahlbau . . .	1 Arbeit
Internat. Vereinigung für Brückenbau und Hochbau	9 Bände

(Abhandlungen 1–7, Vorbericht und Schlußbericht zum Pariser Brückenbaukongreß)

Verlangen Sie das Gesamtverzeichnis

Lonza

ELEKTRIZITÄTSWERKE UND CHEMISCHE FABRIKEN · AKTIENGESELLSCHAFT
FABRIKEN IN GAMPEL, VISP, SINS · VERWALTUNG UND VERKAUFSBÜRO IN BASEL

Ammoniak, flüssig und wasserfrei, Salmiakgeist, Salpetersäure und Mischsäure aller Grädigkeiten

Ammonsulfat, Natriumnitrat, Ammonnitrat, Natriumnitrit, Natriumazid in besonders reiner Qualität für technische Zwecke

Formaldehyd, Acetaldehyd, Paraldehyd, Crotonaldehyd, Essigsäure, Eisessig, Essigsäure-Anhydrid, Natriumacetat, Pentaerythrit

Methyl- und Butylalkohol und deren Acetate, Isopropylalkohol

Aceton, Äthylacetat und Speziallösungsmittel · Cellulose-Acetat in allen Qualitäten

Dicyandiamid, Guanidinnitrat · Nitrobenzol, Anilin, Acetanilid